



Escola de Camins

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

PATOLOGÍAS DE LA IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA (SANT JOAN DESPÍ) Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

Treball realitzat per:

Marta Champer Garcia

Dirigit per:

Dr. Joan Ramon Casas Rius

D. Vicente Alegre Heitzmann

Màster en:

Enginyeria de Camins, Canals i Ports

Barcelona, juny 2016

Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental

TREBALL FINAL DE MÀSTER

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las grietas y fisuras existentes en la Iglesia de Sant Joan Baptista (Sant Joan Despí, Barcelona) y realizar una reparación estructural a través de la estabilización del terreno con la técnica conocida como Jet Grouting.

Para iniciar el estudio de daños se procede a realizar una inspección visual in situ de todas las grietas, fisuras, humedades... existentes y se procede a graficarlas en planos de las secciones correspondientes. Estos planos son comparados con un estudio realizado años atrás de manera que se conoce la evolución y aparición de nuevos daños.

Con la información anterior, se estima el movimiento que la Iglesia está sufriendo. En este caso, se concluye que el templo está asentando ya que la tensión real que la Iglesia transfiere al terreno en ciertas zonas es superior a la tensión admisible de éste. Esto se produce porque los cimientos de la Iglesia no se dimensionaron adecuadamente para el terreno donde se encuentra.

Para subsanar este problema, se decide, después de analizar diferentes técnicas de reparación estructural, la estabilización del terreno mediante la técnica de Jet Grouting. Por lo tanto, se diseñan y dimensionan las columnas necesarias para estabilizar el terreno y evitar futuros asentamientos de la estructura.

Finalmente, se realiza una valoración económica de la actuación en cuestión y se aborda un planning en el que se detalla el plan de ejecución de los trabajos a realizar.

Palabras clave: patologías, Jet Grouting, reparación estructural, estabilización del terreno.

ABSTRACT

The aim of this report is to analyse the cracks and fissures of the Sant Joan Baptista Church located in Sant Joan Despí, Barcelona, and perform a structural repair through ground stabilization with the Jet Grouting technique.

In order to start the study of damages, an in-situ visual inspection is made to detect all cracks, fissures, humidity... and, afterwards, they are drawn in planes of the respective sections. These planes are compared with a study made some years ago, in order to know the evolution and apparition of new damages.

With the above information, the movement of the Church is estimated. In this case, the conclusion is that the Temple is settling as the real tension that the Church is transferring to the ground in some areas is larger than the admissible soil tension. This happens because the foundations of the Church were not properly sized for the land where it is build.

To overcome this problem, after the analysis of different ground structural reparations, it is considered that the best option to perform the ground stabilization is through the Jet Grouting technique. Therefore, the necessary columns are designed and dimensioned in order to avoid futures settlements of the structure.

Finally, an economic assessment and planning of the project are done.

Key words: diseases, Jet Grouting, structural repair, soil stabilization.

Agradecimientos:

Este trabajo final de máster realizado en la Universidad Politécnica de Catalunya es el resultado de las ganas y el agrado por el mundo de la construcción e ingeniería civil que se ha ido forjando en mí a lo largo de mis estudios. Este trabajo me ha permitido aprender de la experiencia y sabiduría de muchas personas y deseo agradecerles su tiempo y dedicación en este apartado.

En primer lugar, agradecer a mis tutores de proyecto Dr. Joan Ramon Casas Rius y a D. Vicente Alegre Heitzmann, experto en patologías de estructuras, por su tiempo, sus consejos y sus correcciones del trabajo.

Además, agradecer a Mn. Vicenç Guinot y al Arq. Javier García Garrido por su ayuda.

Especial mención quiero dedicarle a Goran Vukotic, director técnico de Keller Cimentaciones en España, que me enseñó todo lo relacionado con la técnica de Jet Grouting.

Sin olvidarme de toda mi familia, agradecerle a mi madre y a mi hermano Mario por su enorme paciencia a lo largo de todos mis años de estudio universitario. Especialmente, agradecerle a mi pareja por su apoyo incondicional y por animarme en los momentos más bajos.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	2
4. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS	5
5. ANÁLISIS DE LOS DAÑOS	11
5.1. Evolución de los daños (año 2012 – año 2015)	11
5.2. Evolución de las grietas (año 2012 – año 2015)	15
5.3. Conclusión evolución de las grietas (año 2012 – año 2015)	23
5.4. Causas de las disfunciones	27
6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN	33
6.1. Técnicas de reparación	33
6.2. Análisis multicriterio de las técnicas de reparación	36
6.3. Diseño y dimensionamiento del Jet Grouting	38
6.3.1. Introducción	38
6.3.2. Datos de partida	38
6.3.3. Características de las columnas del Jet Grouting	39
6.3.4. Justificación de la solución adoptada.	40
7. PRESUPUESTO	45
7.1. Resumen del presupuesto	45
8. CRONOGRAMA DE TRABAJOS	46
8.1. Descripción del proceso constructivo	46
8.2. Cronograma de construcción	47
9. CONCLUSIONES	49
ANEXO 1: Grietas y fisuras detectadas	50
ANEXO 2: Cálculo de la fuerza ejercida por la Iglesia al terreno	64
ANEXO 3: Estudio geotécnico	71
ANEXO 4: Estudio de auscultación	121
ANEXO 5: Estudio previo de reparación estructural, año 2012	139
ANEXO 6: Cálculos para el diseño y dimensionamiento de columnas de Jet Grouting	162
ANEXO 7: Presupuesto	166

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 0. Iglesia San Joan Baptista.....</i>	<i>1</i>
<i>Imagen 1. División del estudio de auscultación.....</i>	<i>3</i>
<i>Imagen 2. Cimientos considerados.....</i>	<i>3</i>
<i>Imagen 3. Construcción de los arcos.....</i>	<i>3</i>
<i>Imagen 4. Construcción del cimborrio.....</i>	<i>3</i>
<i>Imagen 5. Interior del templo.....</i>	<i>3</i>
<i>Imagen 6. Arcos bajo cubierta ala nordeste.....</i>	<i>3</i>
<i>Imagen 7. Fachada norte.....</i>	<i>4</i>
<i>Imagen 8. Vista del interior de los absidiolos.....</i>	<i>4</i>
<i>Imagen 9. Detalle fachada sur.....</i>	<i>4</i>
<i>Imagen 10. Campanario.....</i>	<i>4</i>
<i>Imagen 11. Grieta cara este interior.....</i>	<i>5</i>
<i>Imagen 12. Grieta ábside-sacristía cara este interior.....</i>	<i>5</i>
<i>Imagen 13. Grieta cara norte interior sacristía.....</i>	<i>5</i>
<i>Imagen 14. Grieta altar cara norte interior (entrada sacristía).....</i>	<i>5</i>
<i>Imagen 15. Grieta cara norte exterior.....</i>	<i>5</i>
<i>Imagen 15*. Grieta cara norte exterior resaltada.....</i>	<i>5</i>
<i>Imagen 16. Grieta ábside cara norte exterior.....</i>	<i>6</i>
<i>Imagen 16*. Grieta ábside cara norte exterior resaltada.....</i>	<i>6</i>
<i>Imagen 17. Grieta cara este exterior.....</i>	<i>6</i>
<i>Imagen 18. Grieta cara este exterior.....</i>	<i>6</i>
<i>Imagen 19. Grieta cara sur interior.....</i>	<i>7</i>
<i>Imagen 20. Grieta cara sur interior.....</i>	<i>7</i>
<i>Imagen 21. Grieta cara sur exterior.....</i>	<i>7</i>
<i>Imagen 22. Grieta cara sur exterior.....</i>	<i>7</i>
<i>Imagen 23. Grietas transversales frente altar.....</i>	<i>8</i>
<i>Imagen 24. Grieta pavimento zona este.....</i>	<i>8</i>
<i>Imagen 25. Grieta pavimento zona oeste.....</i>	<i>8</i>
<i>Imagen 26. Grieta pavimento zona oeste.....</i>	<i>8</i>
<i>Imagen 27. Grietas arcos zona norte.....</i>	<i>9</i>
<i>Imagen 28. Grietas arcos bóveda.....</i>	<i>9</i>
<i>Imagen 29. Grietas en arcos de la bóveda cimborrio.....</i>	<i>9</i>
<i>Imagen 30. Grieta ábside sacristía.....</i>	<i>9</i>
<i>Imagen 31. Reparación grieta en dirección este-oeste.....</i>	<i>10</i>
<i>Imagen 32. Reparación por desconchamiento.....</i>	<i>10</i>
<i>Imagen 33. Desconchamiento de baldosas.....</i>	<i>10</i>

<i>Imagen 34. Humedades.....</i>	<i>10</i>
<i>Imagen 35. Desprendimiento del revestimiento de fachada.....</i>	<i>10</i>
<i>Imagen 36. Grapa en grieta en arco zona norte.....</i>	<i>11</i>
<i>Imagen 37. Humedades.....</i>	<i>11</i>
<i>Imagen 38. Grapa en grieta (año 2012)</i>	<i>12</i>
<i>Imagen 39. Grapa en grieta (año 2015)</i>	<i>12</i>
<i>Imagen 40. Bóveda (año 2012).....</i>	<i>12</i>
<i>Imagen 41. Bóveda (año 2015).....</i>	<i>12</i>
<i>Imagen 42. Interior de la sacristía (año 2012).....</i>	<i>12</i>
<i>Imagen 43. Interior de la sacristía (año 2015).....</i>	<i>12</i>
<i>Imagen 44. Grietas y humedades (año 2012).....</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 45. Grietas y humedades (año 2015).....</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 46. Humedades entre baldosas (año 2015)</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 47. Grietas en Capilla del Santísimo (año 2012).....</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 48. Grietas en Capilla del Santísimo (año 2015).....</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 49. Grietas en Capilla del Santísimo (año 2015).....</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 50. Grietas ábside (año 2012).....</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 51. Grietas ábside (año 2015).....</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 52. Grieta ábside zona interior (años 2015).....</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 53. Grieta ábside zona interior (años 2015).....</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 54. Grietas techo (plano PAT. 03).....</i>	<i>16</i>
<i>Imagen 55. Grietas sección longitudinal ala este (plano PAT. 04).....</i>	<i>16</i>
<i>Imagen 56. Grietas sección longitudinal central (plano PAT. 05).....</i>	<i>17</i>
<i>Imagen 57. Grietas sección longitudinal ala oeste (plano PAT. 06).....</i>	<i>17</i>
<i>Imagen 58. Grietas sección transversal sur (plano PAT. 07).....</i>	<i>18</i>
<i>Imagen 59. Grietas sección transversal central (plano PAT. 08).....</i>	<i>18</i>
<i>Imagen 60. Grietas sección transversal norte 1 (plano PAT. 09).....</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 61. Grietas sección transversal norte 2 (plano PAT. 10).....</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 62. Grietas sección transversal norte 3 (plano PAT. 11).....</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 63. Grietas sección longitudinal ala este 2 (plano PAT. 12).....</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 64. Grietas sección longitudinal central 2 (plano PAT. 13).....</i>	<i>21</i>
<i>Imagen 65. Grietas sección longitudinal central 2 (plano PAT. 14).....</i>	<i>21</i>
<i>Imagen 66. Grietas fachada este (plano PAT. 15)</i>	<i>22</i>
<i>Imagen 67. Grietas fachada norte (plano PAT. 16).....</i>	<i>22</i>
<i>Imagen 68. Grietas fachada oeste (plano PAT. 17).....</i>	<i>23</i>
<i>Imagen 69. Testigo en la Sacristía.....</i>	<i>23</i>
<i>Imagen 70. Testigo en la cúpula.....</i>	<i>24</i>
<i>Imagen 71. Reparación en la primera planta.....</i>	<i>24</i>

<i>Imagen 72. Reparación y testigo</i>	25
<i>Imagen 73. Grieta en arco</i>	25
<i>Imagen 74. Testigo en Sacristía</i>	26
<i>Imagen 75. Testigo en Sacristía</i>	26
<i>Imagen 76. Testigo en Sacristía</i>	27
<i>Imagen 77. Esquema deformación cóncava</i>	28
<i>Imagen 78. Plano grietas fachada sur</i>	28
<i>Imagen 79. Plano grietas fachada norte</i>	28
<i>Imagen 80. Plano grietas cara sur interior (sección G-G')</i>	29
<i>Imagen 81. Grietas arcos zona norte</i>	29
<i>Imagen 82. Grietas suelo</i>	30
<i>Imagen 83. Plano grietas fachada este</i>	30
<i>Imagen 84. Grieta cara este</i>	31
<i>Imagen 85. Grieta cara este</i>	31
<i>Imagen 86. Grieta cara este</i>	31
<i>Imagen 87. Grieta cara este</i>	31
<i>Imagen 88. Plano grietas fachada oeste (año 2012)</i>	32
<i>Imagen 89. Plano grietas techo (2015)</i>	32
<i>Imagen 90. Inyección de compactación</i>	34
<i>Imagen 91. Muestra arena-cemento</i>	34
<i>Imagen 92. Esquema procedimiento Jet Grouting</i>	35
<i>Imagen 93. Detalle Jet Grouting</i>	35
<i>Imagen 94. Jet Grouting</i>	35
<i>Imagen 95. Componentes micropilotaje</i>	35
<i>Imagen 96. Maquinaria micropilotaje</i>	36
<i>Imagen 97. Maquinaria micropilotaje</i>	36
<i>Imagen 98. Zapata aislada + Zapata corrida</i>	38
<i>Imagen 99. Tipologías Jet Grouting</i>	39
<i>Imagen 100. Plano tramificación de cargas</i>	40
<i>Imagen 101. Plano de reparto de cargas</i>	42
<i>Imagen 102. Distribución de columnas de jet</i>	45

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Tensión admisible del terreno</i>	41
<i>Tabla 2. Tensión real transmitida al terreno</i>	41
<i>Tabla 3. Nº columnas Jet comprobación a RCS (zapata corrida)</i>	42
<i>Tabla 4. Nº columnas comprobación tensiones (zapata corrida)</i>	43
<i>Tabla 5. Nº columnas Jet comprobación a RCS (zapatas aisladas)</i>	44
<i>Tabla 6. Nº columnas comprobación tensiones (zapatas aisladas)</i>	45

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere al análisis de patologías de la Iglesia de Sant Joan Baptista (Sant Joan Despí, Barcelona). Se trata de una Iglesia la cual presenta un problema estructural que conlleva a la aparición de numerosas grietas, fisuras, humedades... Estos se han convertido en un serio problema ya que causan inseguridad a los fieles que a diario usan el templo y, a largo plazo, pueden provocar el colapso de la estructura.

El interés que nos lleva a plantearnos este proyecto es a aprender a analizar una estructura, hallar el origen de los daños y, diseñar y dimensionar una técnica de reparación que ponga fin al problema.

Si bien desde el punto de vista académico, nos centraremos en la Iglesia de Sant Joan Despí, el presente trabajo puede servir de guía para el análisis de cualquier otra estructura.

Para abordar este proyecto, en primer lugar se analizarán y estudiarán todos los daños que, visualmente se detectan en la Iglesia. Además, gracias a un estudio realizado en 2012 podremos saber la evolución que las grietas y fisuras han tenido a lo largo de los últimos años.

Una vez se tenga acotada toda la información comentada anteriormente, se procederá a estudiar y evaluar las posibles soluciones al problema. Diferentes técnicas de reparación son contempladas, pero, gracias a un estudio multicriterio, se elige la técnica de estabilización del terreno llamada Jet Grouting como la más óptima y ventajosa para nuestro caso.

Finalmente, se diseñarán y dimensionarán las columnas necesarias de jet para evitar que la Iglesia siga asentando en el terreno. Además, se elabora una valoración económica de la solución adoptada y un planning de ejecución.



Imagen 0. Iglesia Sant Joan Baptista

2. ANTECEDENTES

La Iglesia de Sant Joan Baptista está situada en el municipio de Sant Joan Despí (comarca del Baix Llobregat, Barcelona). Esta Iglesia data del siglo XI aunque a lo largo de los siglos ha sido destruida y reconstruida varias veces. Cabe destacar que está incluida en el Inventario del Patrimonio Arquitectónico de Catalunya por lo que ostenta de cierto interés cultural.

En primer lugar comentar que dicha Iglesia, en la actualidad, presenta una serie de grietas y fisuras de índole grave que se cree que su origen puede estar en la estructura y/o cimentación. Para ello procedemos a realizar un estudio en el que analizaremos las patologías que presenta e intentaremos darle explicación para, posteriormente, dar una solución al problema.

Para llevar a cabo este informe, primero se ha procedido a recoger in situ todos los datos que pudieran aportar información sobre el comportamiento estructural que está teniendo la Iglesia. Para ello se procedió a graficar todas las grietas y fisuras visibles que se aprecian tanto en paredes, fachadas, techo y suelo. Esta recogida de datos se realizó el 1 de junio de 2015 y, posteriormente, se procedió a otra toma de datos más exhaustiva el 9 de junio de ese mismo año. En el *Anexo 1* se adjuntan los planos en los que se detallan las grietas y fisuras detectadas en ambas visitas. Justo a continuación, en el *Anexo 2*, se adjuntan los cálculos realizados para determinar la fuerza y tensión que la Iglesia ejerce al terreno y un esquema de reparto de dichas cargas.

Por otro lado, mediante un estudio geotécnico del terreno realizado en 2010 (*Anexo 3*) y un estudio de auscultación del subsuelo realizado a principios de 2015 (*Anexo 4*), se ha podido analizar con más seguridad el comportamiento de la construcción. En el apartado 4.4. *Causas de las disfunciones* se comenta dicho comportamiento. En el *Anexo 5* se adjunta un estudio previo de reparación estructural de la Iglesia que nos ha aportado información. Finalmente, en el *Anexo 6* se incluyen los cálculos realizados para el diseño y dimensionamiento de la solución adoptada y en el *Anexo 7* se adjunta todos los documentos relacionados con la valoración económica del proyecto planteado.

3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La Iglesia consta de una superficie total aproximada de 372,7m². Consta de planta de cruz latina y tres ábsides. La Iglesia fue construida en diferentes etapas y esto se puede apreciar en la fachada. El campanario es la única parte de la antigua construcción que queda en pie después de que en 1936 se destruyera la Iglesia de nuevo debido a la Guerra Civil. El exterior de la Iglesia no tiene ninguna decoración. En los años 40 se inició la reconstrucción de la Iglesia, la cual se encuentra encima de los cimientos de las antiguas construcciones.

Gracias al estudio geotécnico realizado en 2010 (ver en *Anexo 3*) podemos hacernos una idea de la cimentación de la Iglesia. Con las calas realizadas en dicho estudio, sabemos que los cimientos del muro perimetral se encuentran a unos 2 metros de profundidad y que consisten en una cimentación en zanja de ancho 2,5m y canto de 0,5m.

A continuación mostramos dos imágenes. La primera muestra la división en zonas que se ha realizado para el estudio de auscultación (*Imagen 1*) con la situación de los puntos cardinales tomados de referencia para nombrar las fachadas y la segunda el plano en planta de la Iglesia objeto de estudio (*Imagen 2*).

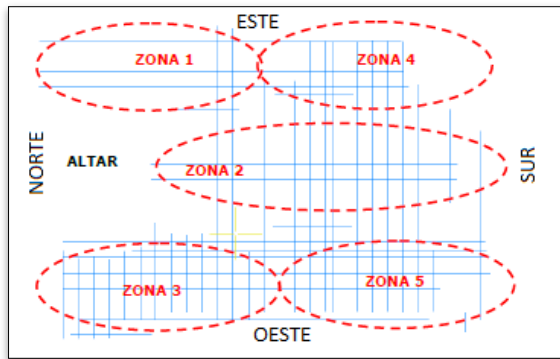


Imagen 1. División del estudio de auscultación

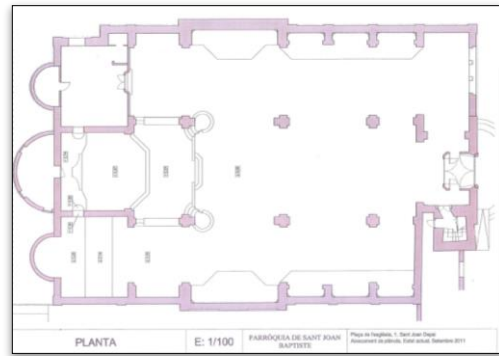


Imagen 2. Plano en planta

Se interpreta que los pilares de la zona 1 están arriostrados con los pilares del cuerpo central. Contrariamente, no se puede asegurar que los pilares de la zona 5 estén arriostrados con el cuerpo central. Además, en la zona 4 y 5 se detecta un comportamiento anómalo el cual puede interpretarse como la presencia de alguna estructura enterrada. Por último, también se cree que en algunas zonas de fachada existen restos de estructuras enterradas como restos de cimentaciones, bloques de roca... provenientes de la destrucción de la Iglesia durante la Guerra Civil.

Gracias a imágenes tomadas durante el periodo de construcción y lo que actualmente se puede ver a simple vista, podemos atrevernos a afirmar que la fábrica de ladrillo es el material usado por excelencia para la construcción de la Iglesia. A continuación se muestran algunas imágenes relacionadas con el proceso constructivo (Imagen 3 a Imagen 10):

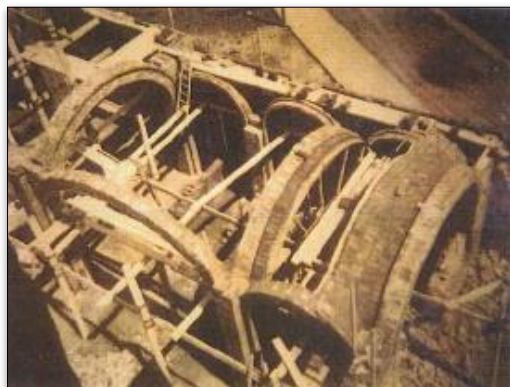


Imagen 3. Construcción de los arcos



Imagen 4. Construcción del cimborrio

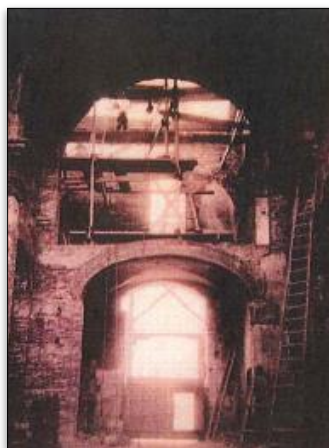


Imagen 5. Interior del templo

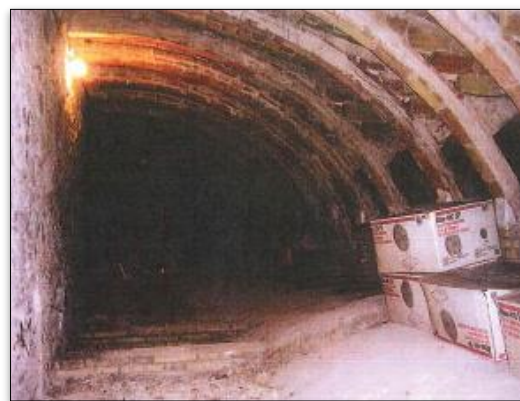


Imagen 6. Arcos bajo cubierta ala nordeste



Imagen 7. Fachada norte

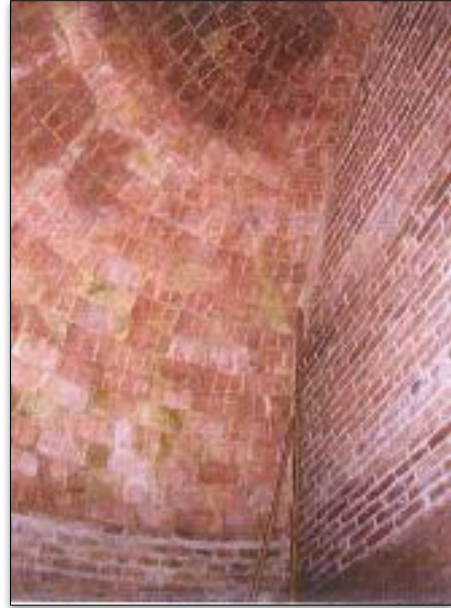


Imagen 8. Vista del interior de los absidiolos

Sin embargo, en la fachada sur (*Imagen 9*) se puede apreciar que, aparte de fábrica de ladrillo, también se utilizó mampostería para su construcción.



Imagen 9. Detalle fachada sur

Por otra parte, en el campanario (*Imagen 10*) se observa claramente que está construido con mampostería. Cabe recordar que esta construcción no fue destruida durante la Guerra Civil por lo que es originaria de siglos atrás cuando tuvo lugar su construcción.



Imagen 10. Campanario

4. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS

La Iglesia objeto de este informe presenta serios daños estructurales representados por grietas y fisuras además de presentar humedades en distintas zonas del templo. Estas patologías pueden provenir por distintas causas por lo que en el actual apartado describiremos los daños agrupándolos por categorías para posteriormente analizarlos.

- Grietas en muros y paredes (*Imagen 11 a Imagen 22*)



Imagen 11. Grieta cara este interior



Imagen 12. Grieta ábside-sacristía cara este interior



Imagen 13. Grieta cara norte interior sacristía



Imagen 14. Grieta altar cara norte interior (entrada sacristía)



Imagen 15. Grieta cara norte exterior



Imagen 15. Grieta cara norte exterior resaltada*



Imagen 16. Grieta ábside cara norte exterior



Imagen 16. Grieta ábside cara norte exterior resaltada*

De las imágenes anteriores es importante destacar la *Imagen 16*. La grieta es fruto de la falta de ligado de la fábrica de ladrillo con el cuerpo principal de la Iglesia, ya que muy seguramente el ábside se construyó con posterioridad. Se trata de una grieta cuyo ancho máximo es de más de 1cm.



Imagen 17. Grieta cara este exterior



Imagen 18. Grieta cara este exterior

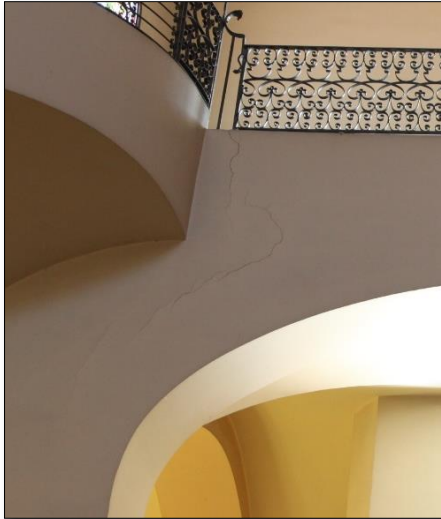


Imagen 19. Grieta cara sur interior



Imagen 20. Grieta cara sur interior

En la *Imagen 19* es importante destacar cómo la fisura rodea el arco y no lo cruza.

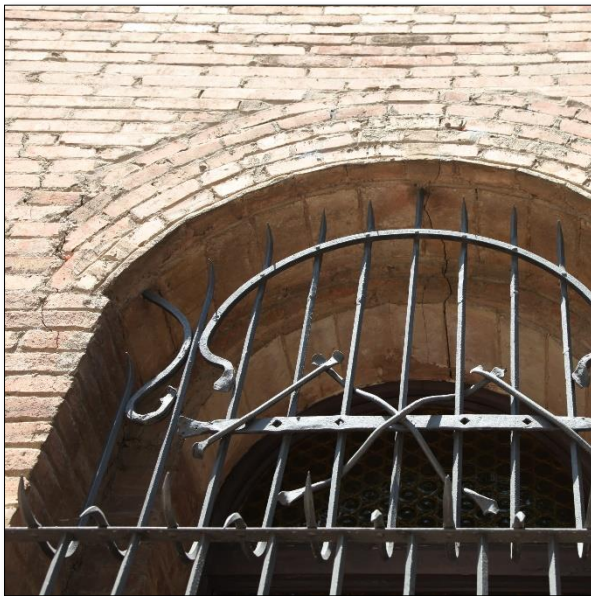


Imagen 21. Grieta cara sur exterior



Imagen 22. Grieta cara sur exterior

Las grietas observadas en las fotografías anteriores son una selección de las fisuras y grietas más representativas de cada pared de la Iglesia. Es importante destacar en todas ellas su verticalidad. En su gran mayoría las grietas son verticales y algo inclinadas. En ninguna pared hemos hallado grietas horizontales.

- Grietas en pavimento (*Imagen 23 a Imagen 26*)



Imagen 23. Grietas transversales frente altar



Imagen 24. Grieta pavimento zona este



Imagen 25. Grieta pavimento zona oeste



Imagen 26. Grieta pavimento zona oeste

En este caso, cabe destacar que en la zona este y en la zona oeste del templo abundan las fisuras longitudinales (grietas en dirección norte-sur). No obstante, en la *Imagen 23* observamos una grieta que cruza transversalmente toda la Iglesia por delante del altar. El suelo se encuentra alicatado por lo que se observa el descalzamiento de las baldosas.

- Grietas en arcos y bóveda (*Imagen 27 a Imagen 30*)



Imagen 27. Grietas arcos zona norte

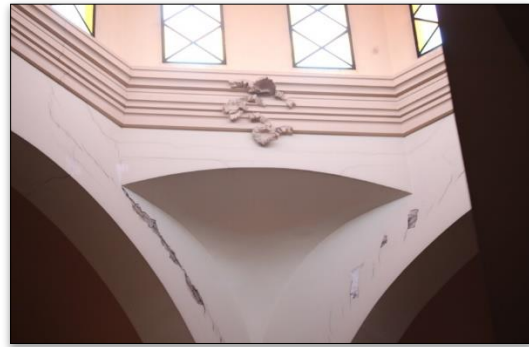


Imagen 28. Grietas arcos bóveda



Imagen 29. Grietas en arcos de la bóveda cimborrio



Imagen 30. Grieta ábside sacristía

De la *Imagen 27* a la *Imagen 30* se resaltan numerosas grietas que existen en los arcos y techo en general. Dentro de las grietas que se producen en los arcos podemos clasificarlas en dos grupos: el primero serían aquéllas que parten el arco en dos (*Imagen 27*) y el segundo grupo englobaría las grietas que rodean los arcos (*Imagen 28-29*). Este último tipo es el fallo comúnmente denominado separación arco – tímpano.

De la *Imagen 29*, aparte de las grietas en los arcos, se pueden observar fisuras en la bóveda. Esta bóveda tiene forma octogonal y las fisuras van desde el centro a los ángulos del octógono.

- Humedades, desplomes, reparaciones... (*Imagen 31 a Imagen 37*)



Imagen 31. Reparación grieta en dirección este-oeste



Imagen 32. Reparación por desconchamiento

En la *Imagen 31* y *32* observamos dos ejemplos de reparaciones que se han llevado a cabo debido al desconchamiento que han tenido las baldosas para evitar posibles caídas o traspies de la gente asidua a la Iglesia.



Imagen 33. Desconchamiento de baldosas



Imagen 34. Humedades

En las imágenes anteriores podemos observar que a medida que va transcurriendo el tiempo se han ido realizando reparaciones sobretodo en el suelo debido al movimiento de las baldosas. El desconchamiento (*Imagen 32* y *33*) de las baldosas es producido por el rozamiento que hay entre ellas y esto es debido a que existe un movimiento que provoca dicho contacto. En la *Imagen 34* observamos que existen humedades.



Imagen 35. Desprendimiento del revestimiento de fachada

La *Imagen 35* muestra desprendimientos de fachada debido al paso del tiempo.



Imagen 36. Grapa en grieta en arco zona norte



Imagen 37. Humedades

La *Imagen 36* es producto de un intento de reparación que se realizó años atrás. Se estudió la alternativa del cosido de grietas y refuerzo superpuesto a las zonas tensionadas de la estructura ya que había sido ejecutado en otros edificios dañados teniendo un gran éxito (*Anexo 5*). Sin embargo, podemos comprobar que dichas grapas de acero inoxidable no han parado en absoluto el movimiento del edificio por lo que ha sido sólo un parche al caso de patologías objeto de estudio.

Las humedades también siguen estando presentes en varios puntos de la Iglesia como observamos en la *Imagen 37*. Esta humedad es fruto de filtraciones que se dan en la junta de contacto que existe entre el campanario y el tejado de dicha zona. En ese punto se concentra el agua sin evacuarse por completo por lo que poco a poco va filtrando creando humedades. No se trata de un daño estructural pero en estos casos el deterioro del edificio es exponencial con el paso del tiempo.

5. ANÁLISIS DE LOS DAÑOS

5.1. Evolución de los daños (año 2012 – año 2015)

En mayo de 2010 se llevó a cabo una campaña de testigos y se realizaron catas en distintos puntos de los arcos que sirvieron de base para un estudio realizado en julio de 2012 (*Anexo 5*) en el que, finalmente, se propuso una alternativa al problema de grietas y fisuras que consistía en el cosido de éstas mediante grapas de acero inoxidable y la posterior protección con mallas de fibra de vidrio y morteros de reparación bicomponentes. En junio de 2015, como base para el presente estudio, se realizó otra toma de datos la cual compararemos con las fotografías tomadas para el estudio de 2012.

Para comparar el estado de la Iglesia en 2012 con el estado en 2015, hemos recogido las imágenes que se tienen de la primera toma de datos y las hemos comparado con la actualidad (*Imagen 38 a Imagen 52*).

Hay que tener en cuenta que la evolución de una grieta es muy lenta y muy sutil en algunos casos y, dada la poca calidad de las imágenes tomadas en 2012, puede que sea complicado visualizar la evolución de dichas grietas.

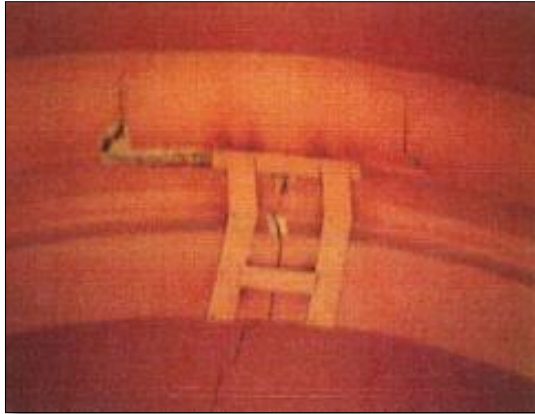


Imagen 38. Grapa en grieta (año 2012)



Imagen 39. Grapa en grieta (año 2015)

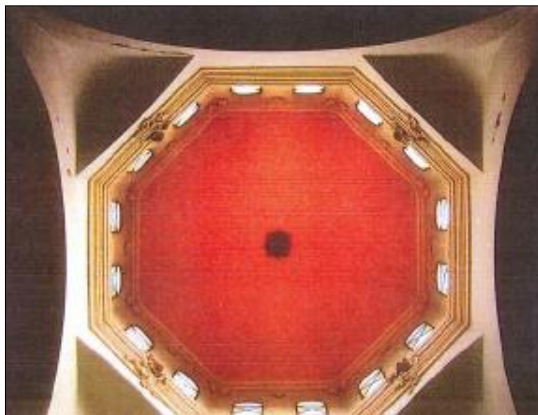


Imagen 40. Bóveda (año 2012)



Imagen 41. Bóveda (año 2015)



Imagen 42. Interior de la sacristía (año 2012)



Imagen 43. Interior de la sacristía (año 2015)

De la *Imagen 38* a la *Imagen 42* apenas se aprecian cambios en las fotografías pero sí existe evolución y aparición de nuevas grietas en las zonas en cuestión. En el capítulo 4.2. *Evolución de grietas (año 2012 – año 2015)* se puede observar con más precisión dicha evolución ya que las grietas se trazan en los planos de las diferentes secciones que tiene la Iglesia.



Imagen 44. Grietas y humedades (año 2012)



Imagen 45. Grietas y humedades (año 2015)

Con la *Imagen 44* y la *Imagen 45* se pretende dejar constancia que, a pesar de la última reparación llevada a cabo, la Iglesia sigue teniendo humedades y las reparaciones de mortero o testigos siguen abriéndose. Por otro lado, el suelo también sufre de humedades tal y como observamos en la *Imagen 46*. Estas humedades se encuentran en la parte central de la zona 2:



Imagen 46. Humedades entre baldosas (año 2015)



Imagen 47. Grietas en Capilla del Santísimo (año 2012)

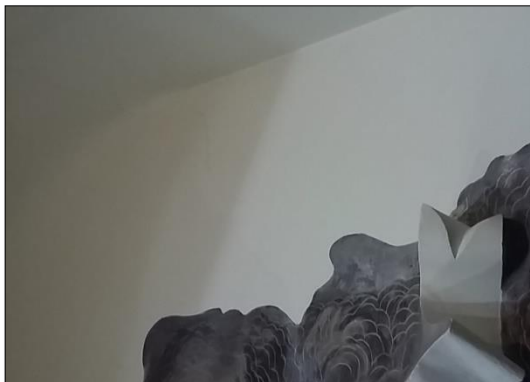


Imagen 48. Grietas en Capilla del Santísimo (año 2015)

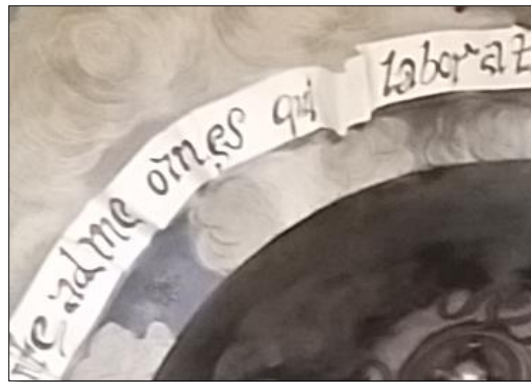


Imagen 49. Grietas en Capilla del Santísimo (año 2015)

En relación a la *Imagen 47* e *Imagen 48* y *49*, cabe destacar que la Capilla del Santísimo ha sido reparada y pintada en más de una ocasión. La última reparación ha sido realizada recientemente por lo que durante la toma de datos del 2015 no se aprecian grietas de índole grave como la que se puede observar en la *Imagen 47*, sin embargo sí se pueden intuir todas ellas ya que la pared ha empezado a fisurar por los mismos sitios.

A continuación, mostramos dos imágenes (*Imagen 50* e *Imagen 51*) donde aparece una grieta de grandes dimensiones. Es importante apuntar que ésta, vista desde el interior, tiene más de 1cm de ancho y hasta permite pasar la luz del exterior. Desde el interior del ábside la grieta se ve tal y como se aprecia en la *Imagen 52* e *Imagen 53*:



Imagen 50. Grietas ábside (año 2012)



Imagen 51. Grietas ábside (año 2015)







Imagen 52. Grieta ábside zona interior (años 2015)



Imagen 53. Grieta ábside zona interior (años 2015)

5.2. Evolución de las grietas (año 2012 – año 2015)

Siguiendo la tendencia del apartado anterior, a continuación compararemos las grietas dibujadas en el estudio de 2012 (Anexo 5) con las grietas graficadas en el estudio realizado para el presente informe (Anexo 1). Para ello hemos procedido a sobreponer las grietas tomadas en 2015 a los planos confeccionados en 2012. Esta sobreposición de grietas deberá aportarnos información de la aparición, crecimiento o estabilización de grietas. Con dicha información podremos evaluar, posteriormente, si el edificio se ha estabilizado o sigue en movimiento y, en este último caso, qué movimiento está sufriendo. Cada tipo de grieta está dibujada de un color distinto:

-  Grietas nuevas detectadas en la toma de datos de 2015 que no estaban grafiadas en los planos realizaos con la toma de datos de 2012.
-  Grietas que sí se detectaron en 2012 pero que en 2015 no se observaron debido a las reparaciones.
-  Grietas que se detectaron en 2012 y siguen estando en 2015.
-  Grietas que actualmente (2015) se intuyen a pesar de que han sido reparadas y pintadas después de la toma de datos de 2012.

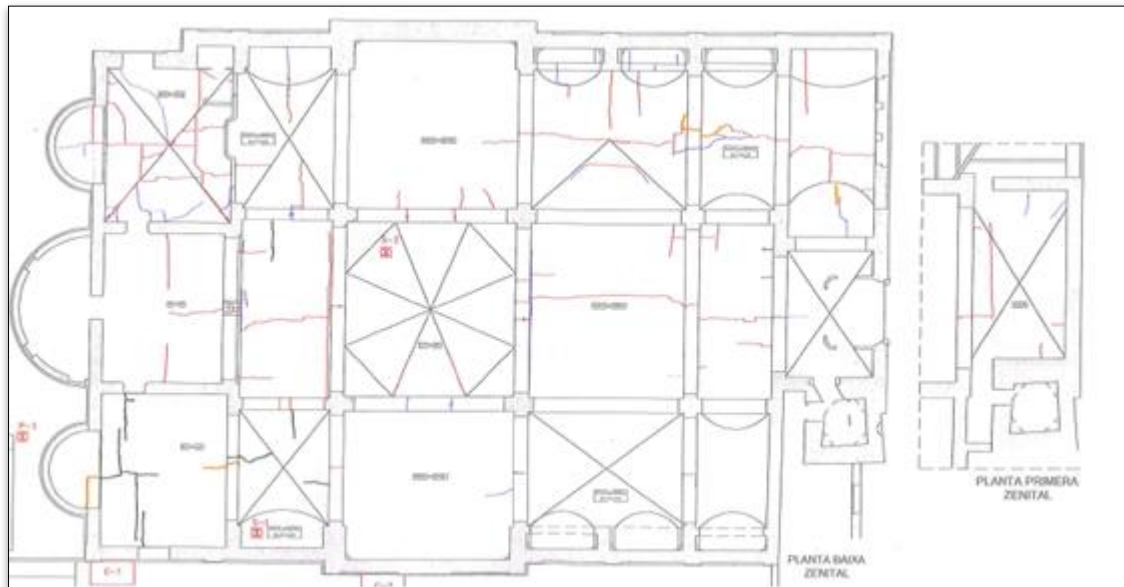


Imagen 54. Grietas techo (plano PAT. 03)

La evolución de las grietas en el techo (*Imagen 54*) es clara. Sin embargo, se observa que el grado de evolución va por zonas. En la habitación de la Sacristía (zona noreste) se aprecian numerosas grietas nuevas y evolución de las ya existentes. En general, a pesar de la última restauración donde se pintó toda la Iglesia, la zona este es la que más fisuras y grietas presenta. En cambio la zona oeste es la más estable.

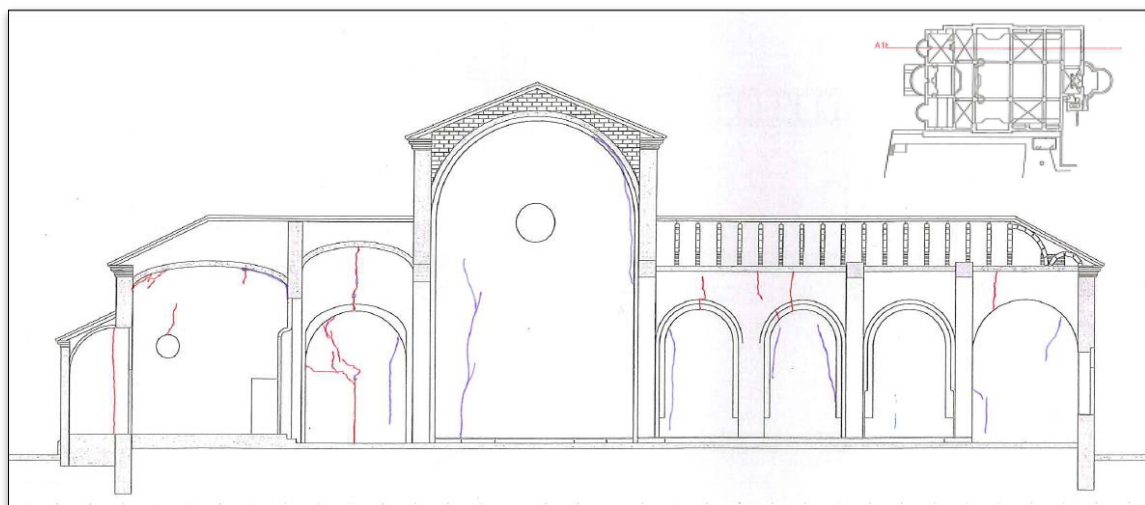


Imagen 55. Grietas sección longitudinal ala este (plano PAT. 04)

En sección longitudinal PAT. 04 (*Imagen 55*) también se aprecia la aparición de nuevas grietas. Además los testigos colocados en 2010 se encuentran abiertos.

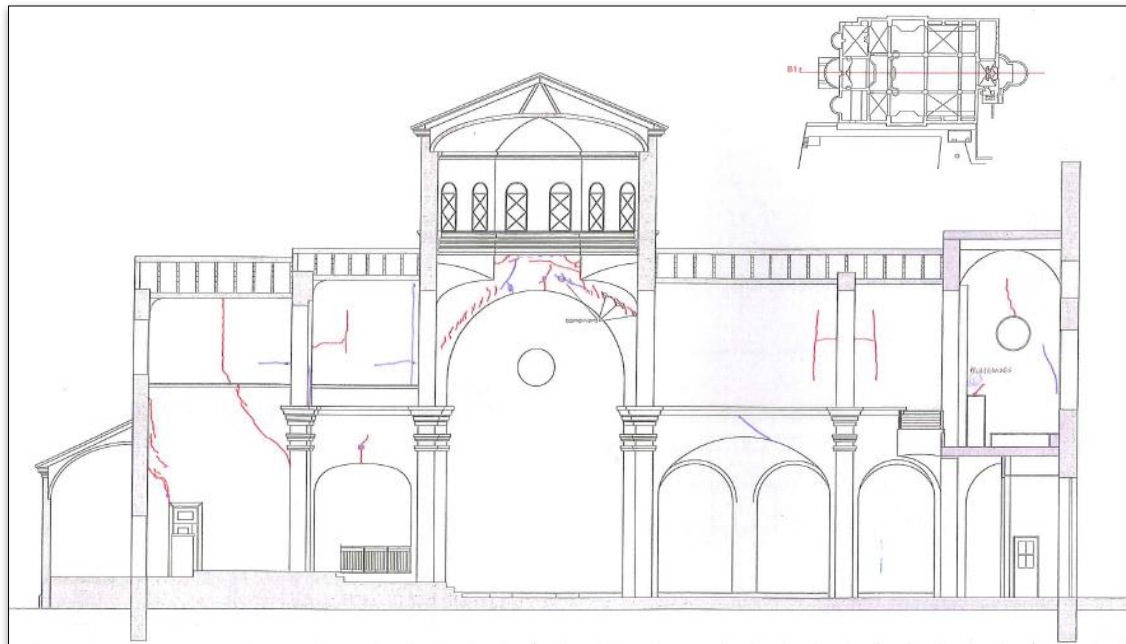


Imagen 56. Grietas sección longitudinal central (plano PAT. 05)

En la sección longitudinal central (*Imagen 56*) se aprecia sobretodo evolución de las grietas ya existentes. Cabe destacar las grietas con desprendimientos del arco central.

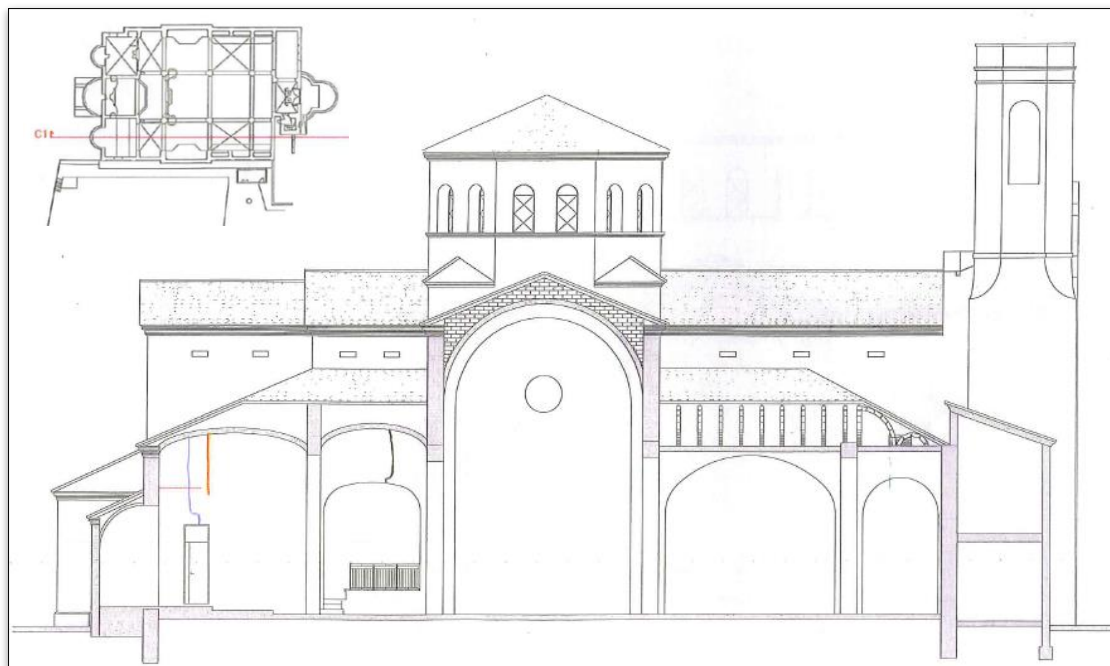


Imagen 57. Grietas sección longitudinal ala oeste (plano PAT. 06)

El plano PAT. 06 (*Imagen 57*) representa una sección longitudinal de la zona oeste de la Iglesia. Tal y como hemos comentado en el plano PAT 03 (*Imagen 54*) en el que se hace referencia a las grietas del techo, esta zona es más estable que la zona este y, desde la última reparación, apenas se notan ni intuyen las fisuras o grietas que habían anteriormente.

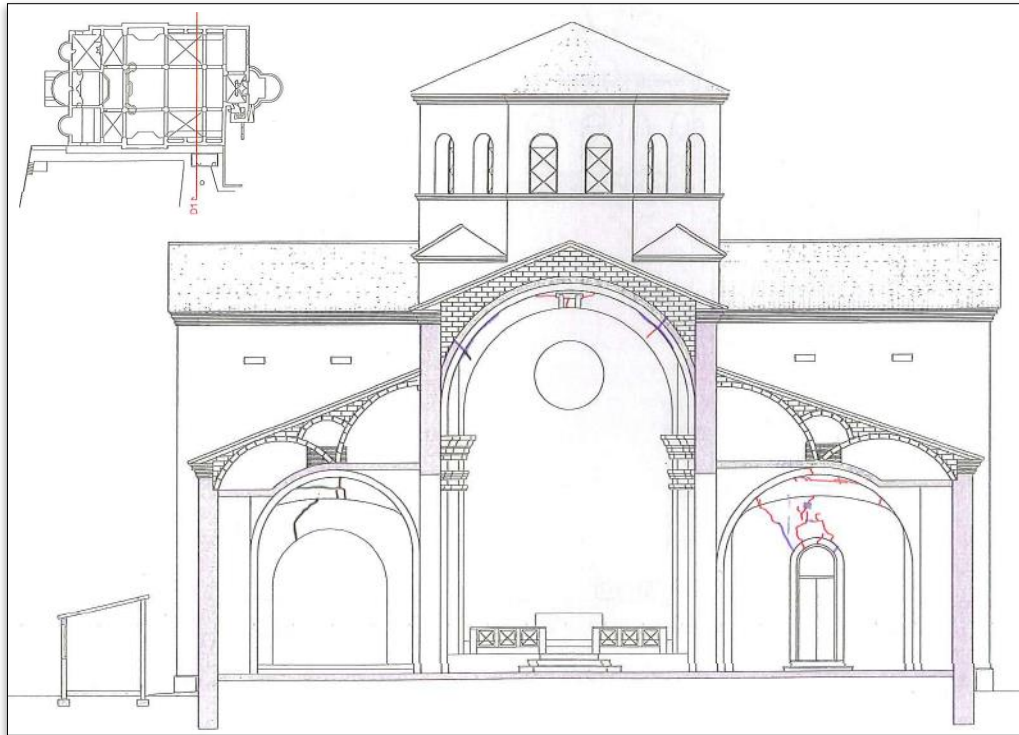


Imagen 58. Grietas sección transversal sur (plano PAT. 07)

Respecto la *Imagen 58*, en la parte oeste (parte izquierda del plano) ambas grietas dibujadas en 2012 no se visualizan actualmente, por lo que no han abierto desde la última reparación. En la zona central observamos una ligera evolución de las grietas pero no podemos pasar por alto la grapa que se colocó en 2012 como intento de mantener unido el arco debido a la tendencia de separación que tiene el arco que hace que rompa por el centro. A mano derecha tenemos la zona este donde las grietas son más abundantes y así lo deja claro esta sección.

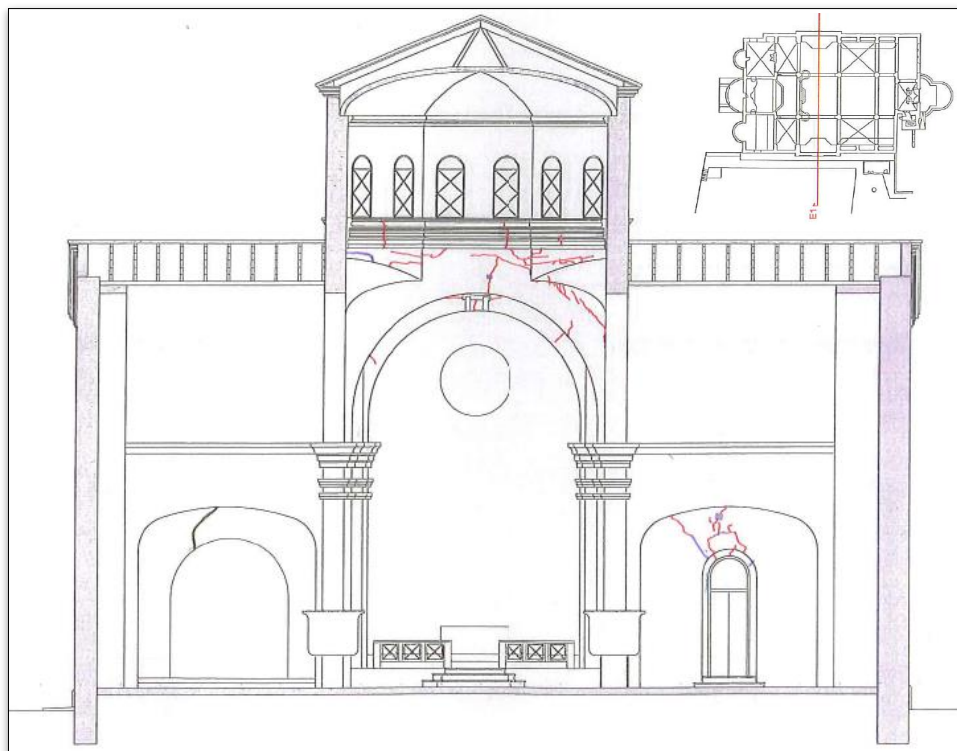


Imagen 59. Grietas sección transversal central (plano PAT. 08)

El plano de la *Imagen 59* es prácticamente igual que el PAT 07 (*Imagen 58*) por lo que recibe los mismos comentarios. No obstante destacar que en la zona del arco central se aprecia bien la separación arco – tímpano que se está produciendo.

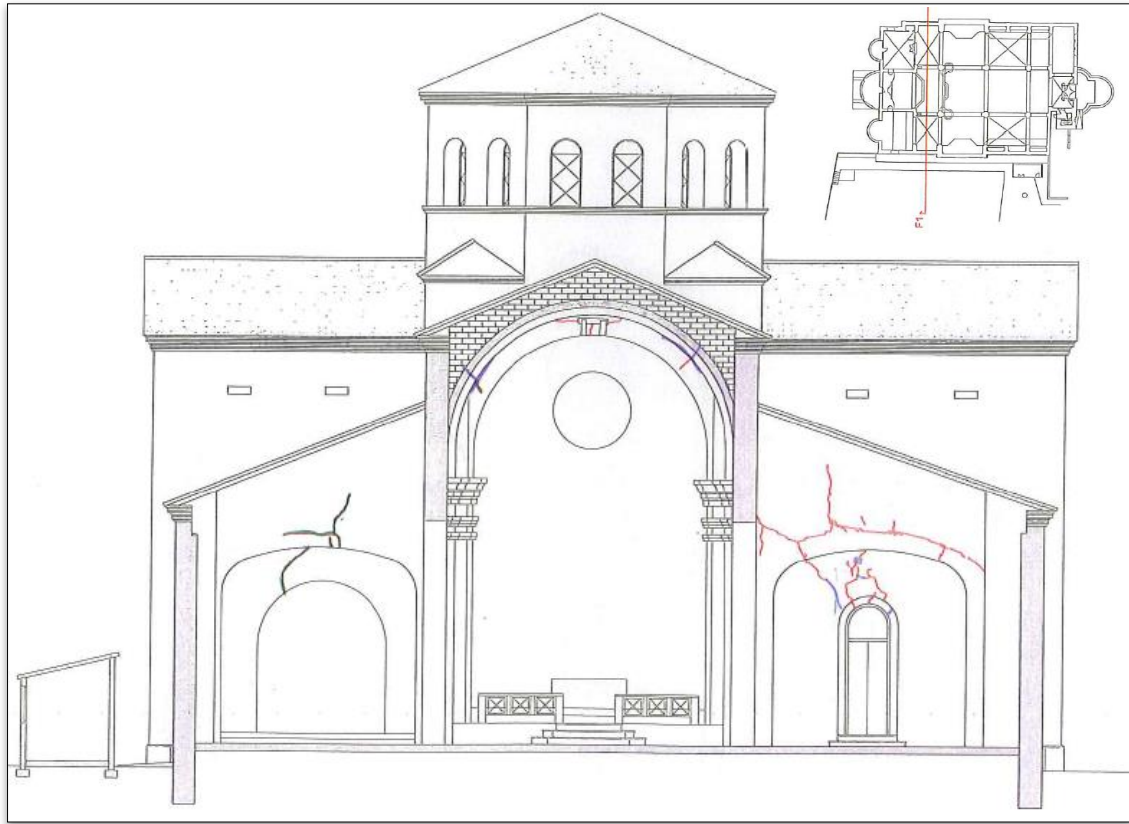


Imagen 60. Grietas sección transversal norte 1 (plano PAT. 09)

Respecto la *Imagen 60*: ídem PAT 07 (*Imagen 58*) y PAT 08 (*Imagen 59*).

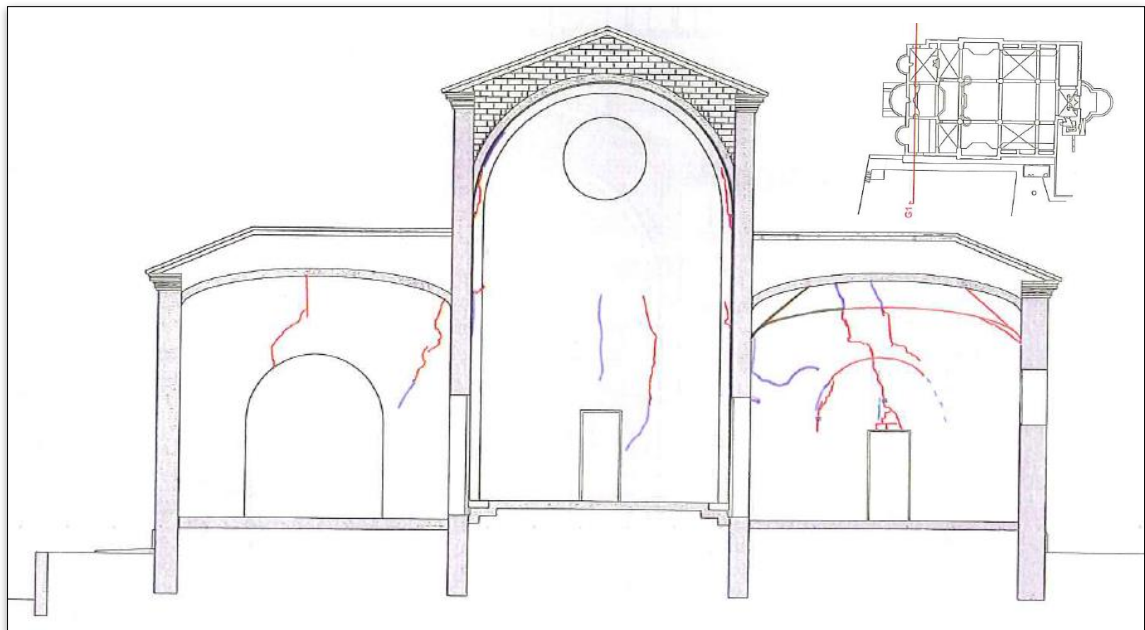


Imagen 61. Grietas sección transversal norte 2 (plano PAT. 10)

De la *Imagen 61*, podemos extraer que en la Capilla del Santísimo, a pesar de estar pintada recientemente, se intuyen ya las grietas dibujadas en 2012 y existe un poco de evolución en alguna de ellas. En la zona central también está presente el crecimiento de alguna grieta ya existente anteriormente y la aparición de alguna de ellas. En la pared interior de la Sacristía sigue habiendo mucha presencia de grietas.

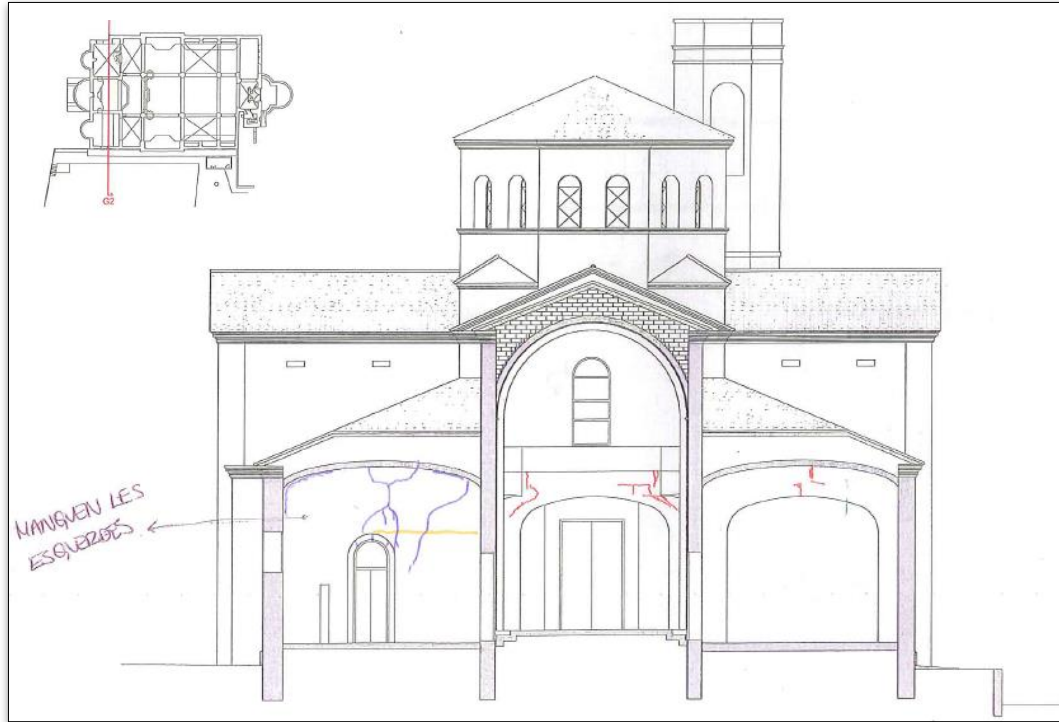


Imagen 62. Grietas sección transversal norte 3 (plano PAT. 11)

En el plano PAT. 11 del 2012 faltan por dibujar las grietas de la pared de la Sacristía (estancia situada a la izquierda del plano), pero, de todas formas, podemos apreciar que actualmente hay una gran cantidad de grietas de índole importante como todas las que hemos ido viendo de la Sacristía. (*Imagen 62*).



Imagen 63. Grietas sección longitudinal ala este 2 (plano PAT. 12)

En el plano PAT. 12 (*Imagen 63*), apuntar que, de nuevo, lo más importante se encuentra en la zona de la Sacristía. Respecto el 2012, aparecen muchas nuevas grietas.

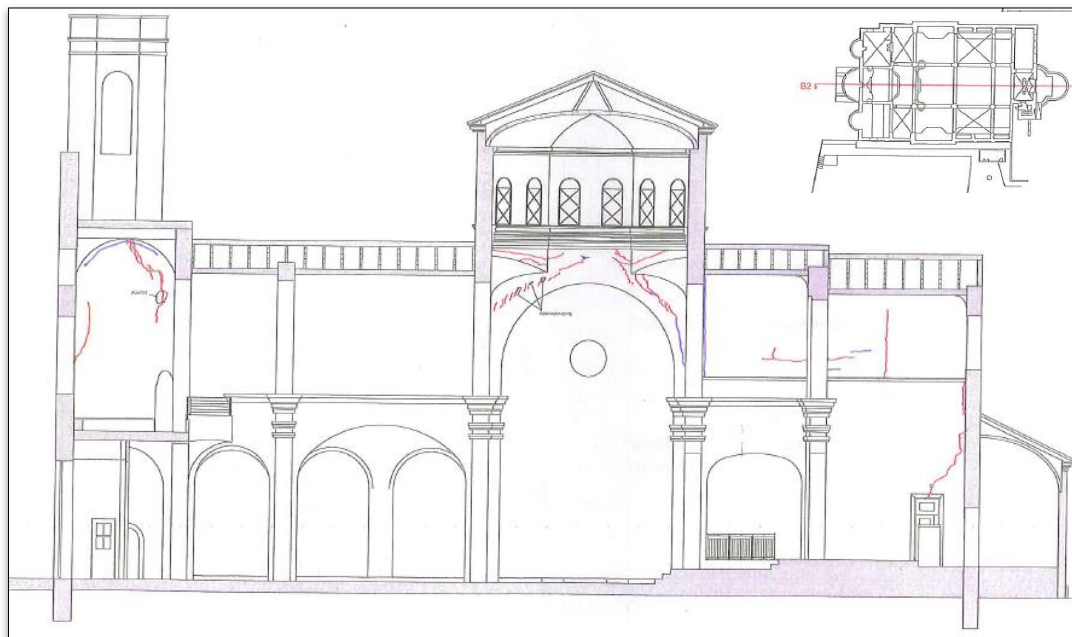


Imagen 64. Grietas sección longitudinal central 2 (plano PAT. 13)

Si analizamos de izquierda a derecha el plano PAT. 13 (*Imagen 64*) encontramos grietas y humedades importantes en el primer piso, además de nuevas grietas. En la zona central, observamos de nuevo las grietas provocadas por la separación arco – tímpano. En la zona de la derecha vemos alguna nueva fisura a parte de las ya trazadas en 2012.



Imagen 65. Grietas sección longitudinal central 2 (plano PAT. 14)

En la fachada sur (*Imagen 65*) se observan desprendimientos fruto del paso del tiempo. Por otro lado, los tres arcos que sirven de ventanales tienen nuevas fisuras además de la evolución de una grieta en la misma zona, tal y como observamos en el plano.



Imagen 66. Grietas fachada este (plano PAT. 15)

El plano PAT. 15 (*Imagen 66*) representa la fachada este. En él podemos comprobar la existencia de muchas grietas nuevas que aparecen junto a los pilares en su mayoría.

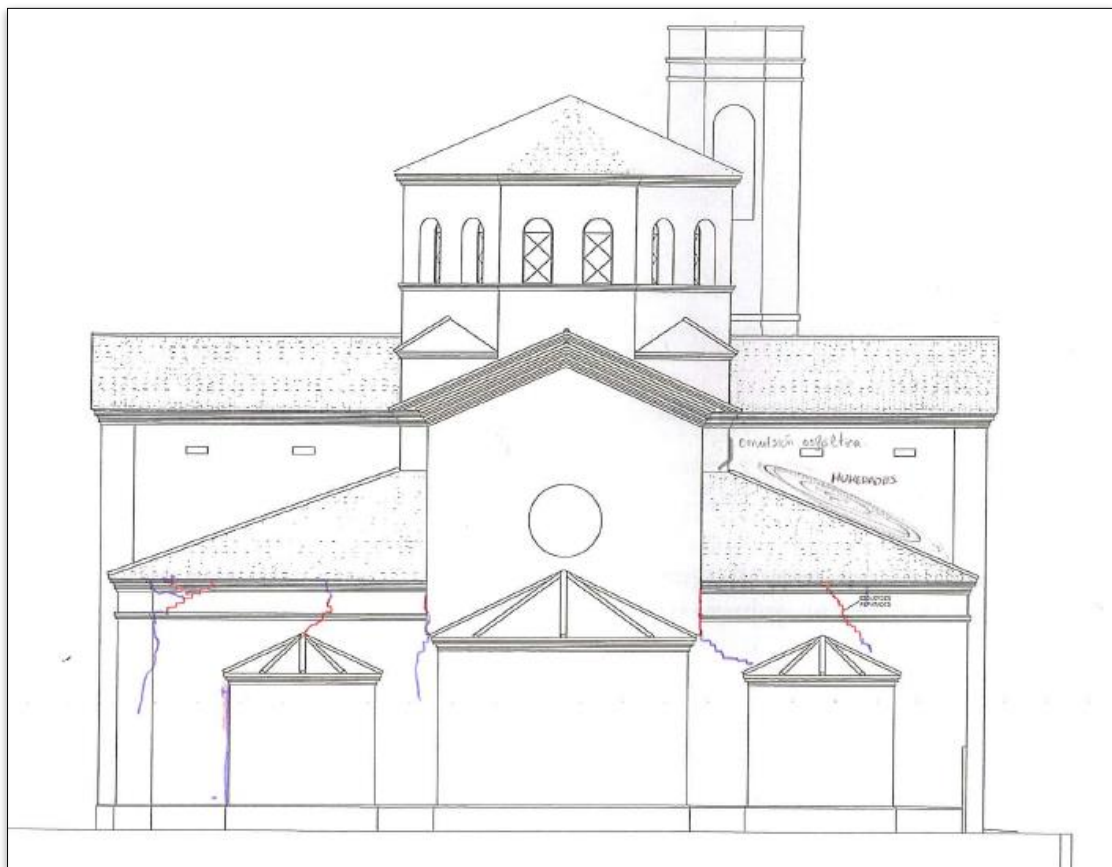


Imagen 67. Grietas fachada norte (plano PAT. 16)

En la fachada norte (*Imagen 67*) se aprecia la evolución de las grietas que se trazaron en 2012. In situ se aprecia que alguna de ellas ha sido reparada y aun así ha vuelto a abrir por el mismo sitio. Aunque no es un problema estructural, también se aprecian muchas humedades en la arista de contacto entre el tejado y los muros colindantes. Se aprecia también una reparación de una esquina con emulsión asfáltica para su impermeabilización.

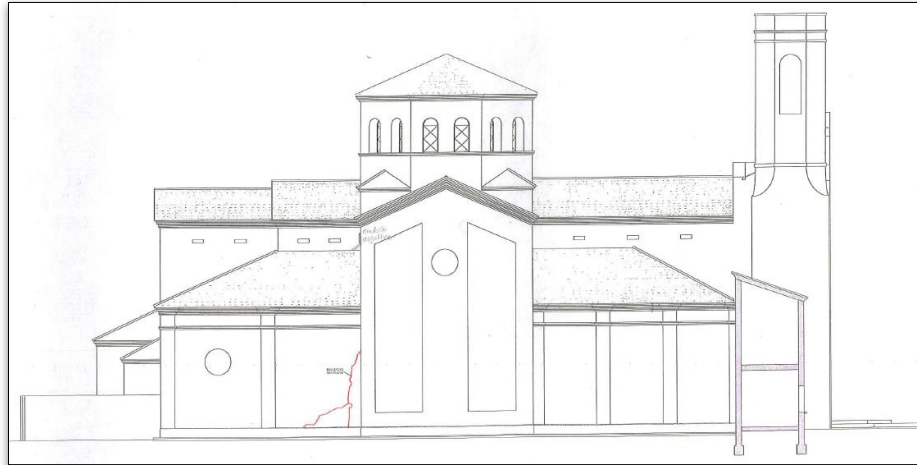


Imagen 68. Grietas fachada oeste (plano PAT. 17)

La *Imagen 68* muestra la fachada la cual no hemos podido acceder ya que se trata de un patio privado. No obstante, la sensación con lo observado desde fuera de la cerca es que no existen nuevas grietas importantes.

5.3. Conclusión evolución de las grietas (año 2012 – año 2015)

De los dos capítulos anteriores podemos concluir que, efectivamente, la Iglesia sigue teniendo un movimiento diferencial ya que, respecto los datos tomados en 2012, existe evolución de las grietas ya existentes y la aparición de otras. La Iglesia continúa moviéndose de la misma manera que lo hacía hasta 2012 ya que las grietas siguen tendiendo a abrirse en la misma dirección en que lo hacían.

Otro motivo que nos indica que la Iglesia no está estabilizada es la rotura de algunos testigos colocados en 2010. A continuación mostramos algún ejemplo (*Imagen 69 a Imagen 76*):



Imagen 69. Testigo en la Sacristía

El testigo representado en la *Imagen 69* situado en la pared que da acceso a la Sacristía está abierto. Se observa una ligera fisura que rodea el testigo por la parte derecha.

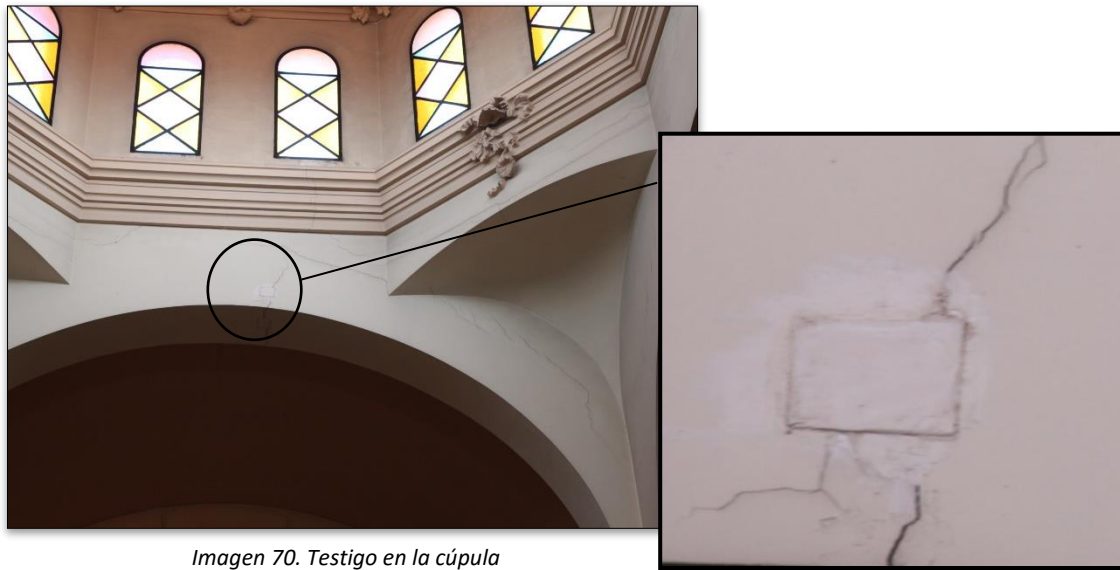


Imagen 70. Testigo en la cúpula

En la *Imagen 70*, testigo colocado en uno de los arcos de la cúpula, se aprecia que la grieta original ha empezado a abrirse tanto por la zona superior del testigo como por la zona inferior.



Imagen 71. Reparación en la primera planta

En la *Imagen 71* observamos una reparación de una grieta pero ésta, sin respetar el mortero colocado, abre de nuevo igualmente. Además, podemos ver que también existen humedades en dicha zona.



Imagen 72. Reparación y testigo

La *Imagen 72* hace referencia a un testigo situado en un arco de la zona este de la Iglesia. Sin embargo, éste no se encuentra abierto del todo pero sí algo fisurado por la zona superior.

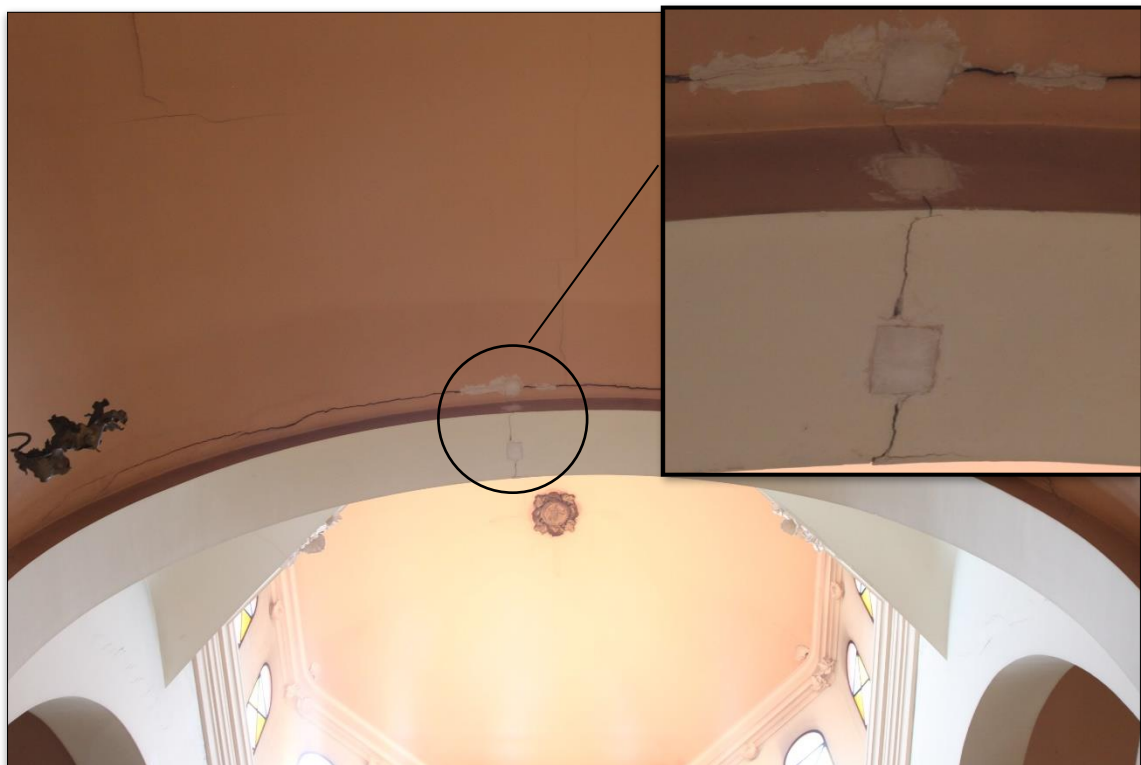


Imagen 73. Grieta en arco

Los testigos de la *Imagen 73* colocados en uno de los arcos de la cúpula de la Iglesia están ligeramente fisurados.



Imagen 74. Testigo en Sacristía

En este caso, a pesar de que la *Imagen 74* no muestra claramente el estado del testigo, in situ es apreciable alguna fina fisura que en un futuro terminará por abrir el testigo.



Imagen 75. Testigo en Sacristía

En este caso (*Imagen 75*) se aprecia que la grieta original sigue en movimiento ya que el testigo de mortero presenta una serie de fisuras, producto de la no estabilización de la grieta.



Imagen 76. Testigo en Sacristía

En la *Imagen 76* se aprecian tímidas fisuras que, ligeramente, tenderán en un futuro a abrir el testigo si dichas fisuras siguen progresando.

Con la información observada en este capítulo, podemos concluir que, desde la campaña de testigos realizada en 2010 y la reparación realizada después del estudio de 2012 (*Anexo 5*), la Iglesia sigue teniendo asientos ya que la mayoría de testigos están abiertos y muchas reparaciones vuelven a estar fisuradas y/o agrietadas.

5.4. Causas de las disfunciones

Una vez hecha la toma de datos, haber grafiado todas las grietas (*Anexo 1*) y haber observado su evolución, hay que interpretar todos los datos tomados e intentar estimar cuál ha sido la causa, o las causas, de dichas disfunciones.

Tras el análisis, concluimos que el movimiento principal que está sufriendo la Iglesia es un hundimiento transversal de la zona central tal y como se esquematiza en la *Imagen 77*. A este movimiento se le denomina deformación cóncava. Además, observamos que es un movimiento asimétrico, la cara este asienta algo más que la oeste.

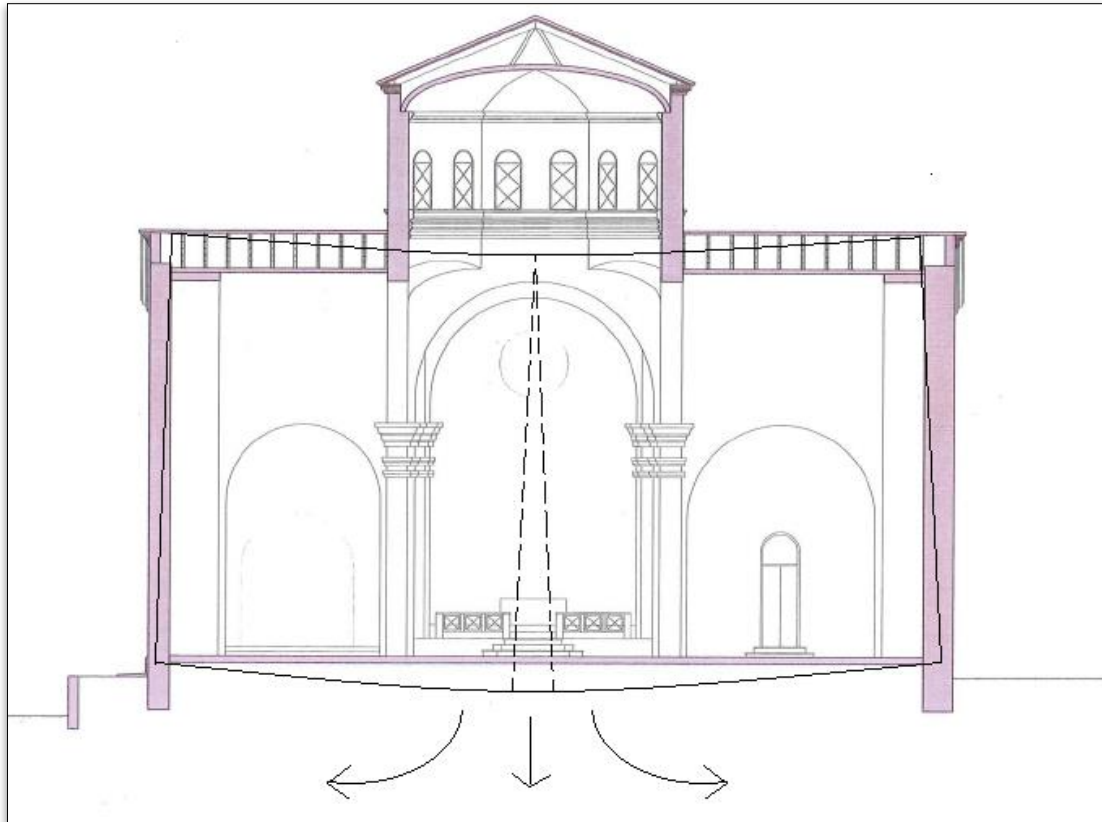


Imagen 77. Esquema deformación cóncava

A continuación argumentamos qué es lo que nos indica que pueda darse esta deformación.

En primer lugar, para que se dé una deformación cóncava en sentido transversal, las grietas de la fachada sur y la fachada norte deben tener una trayectoria inclinada, simétrica en ambos lados, tal y como observamos en la *Imagen 78* y *79*:



Imagen 78. Plano grietas fachada sur

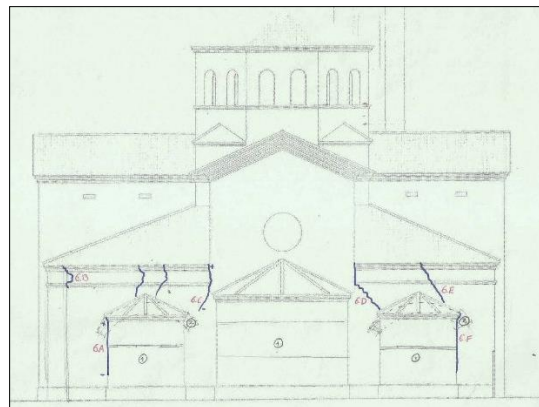


Imagen 79. Plano grietas fachada norte

En otras secciones transversales (*Imagen 80*) del interior de la Iglesia también observamos la misma tendencia:

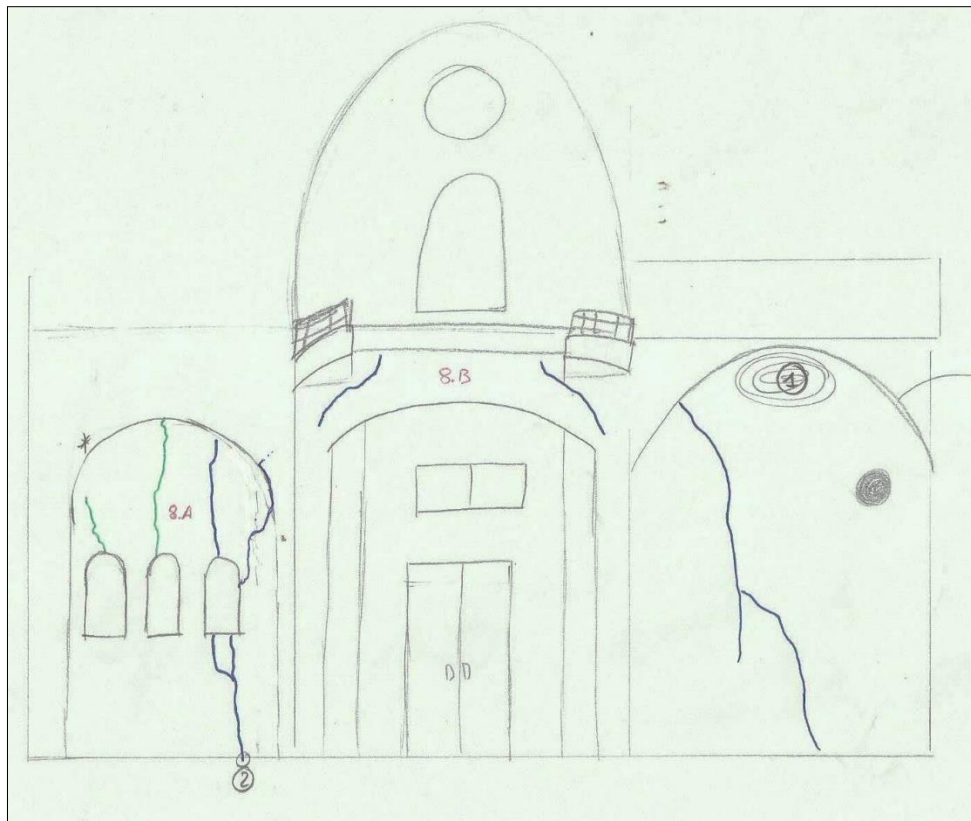


Imagen 80. Plano grietas cara sur interior (sección G-G')

Además, este movimiento es fácilmente justificable si mostramos cómo los arcos del interior de la Iglesia situados en el cuerpo central se abren por el centro (*Imagen 81*). Este agrietamiento por la zona central de los arcos, no es más que la presencia de tracciones hacia el exterior de los estribos de los arcos.



Imagen 81. Grietas arcos zona norte

Otra manera de justificar este movimiento es mostrando las numerosas grietas longitudinales que se detectan en el suelo (*Imagen 82*). Aunque también hay grietas transversales, su gran mayoría son longitudinales:

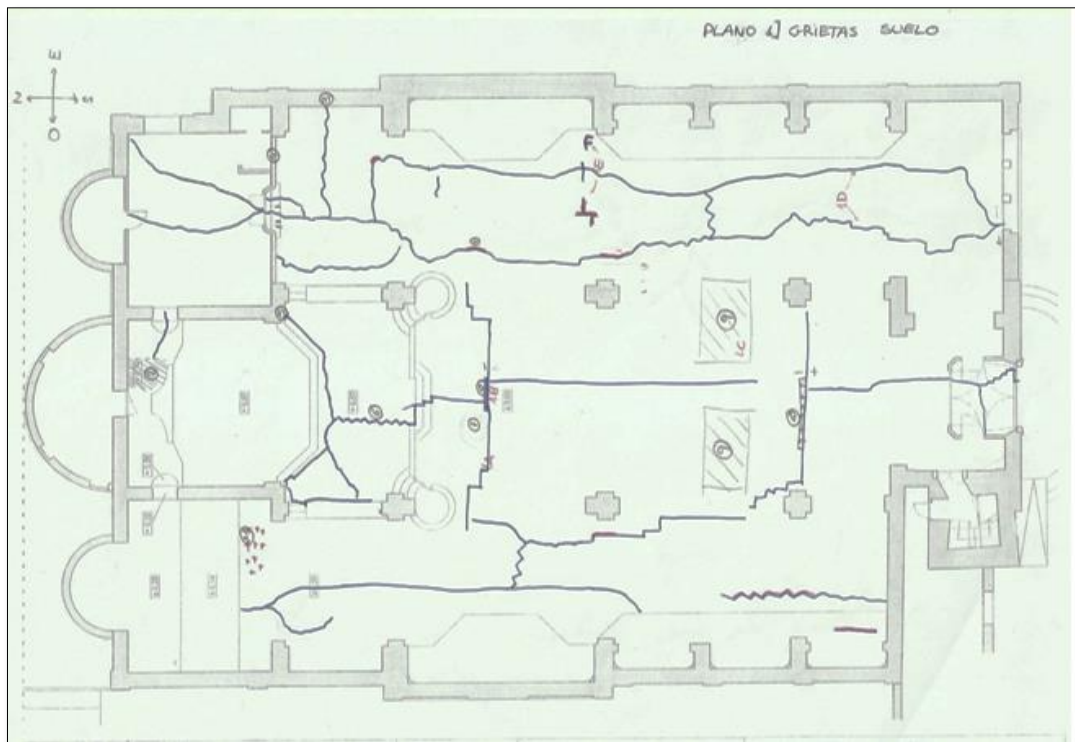


Imagen 82. Grietas suelo

Sin embargo, es importante destacar las grietas halladas en la fachada este y en la fachada oeste, aunque de esta última en menor medida, ya que podemos apreciar que las grietas muestran un hundimiento de los pilares (*Imagen 83 a Imagen 87*):

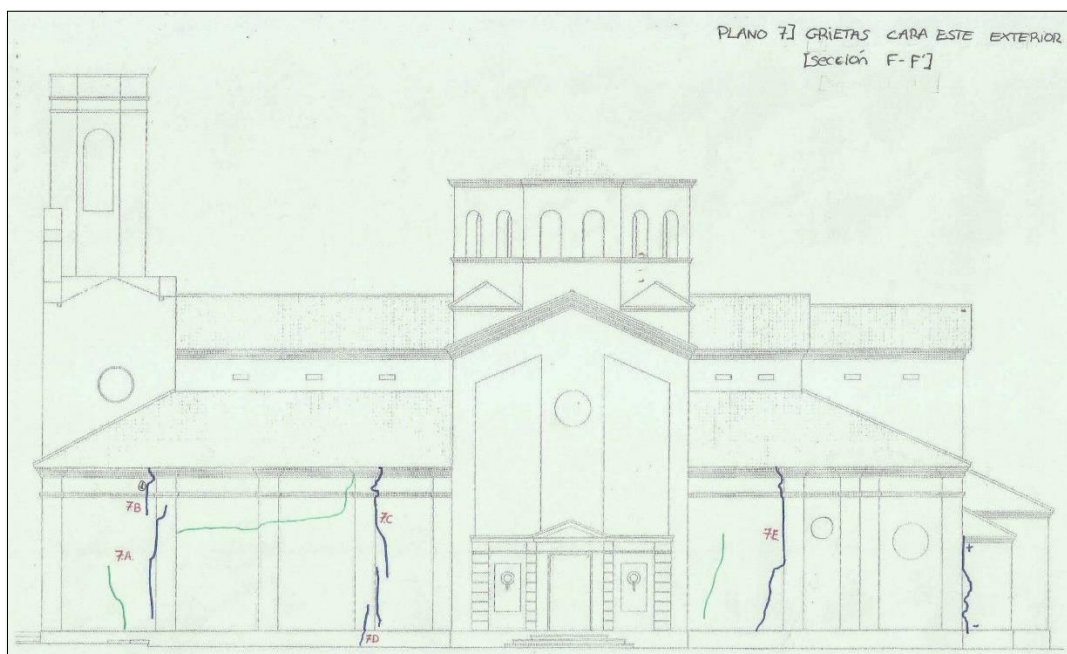


Imagen 83. Plano grietas fachada este

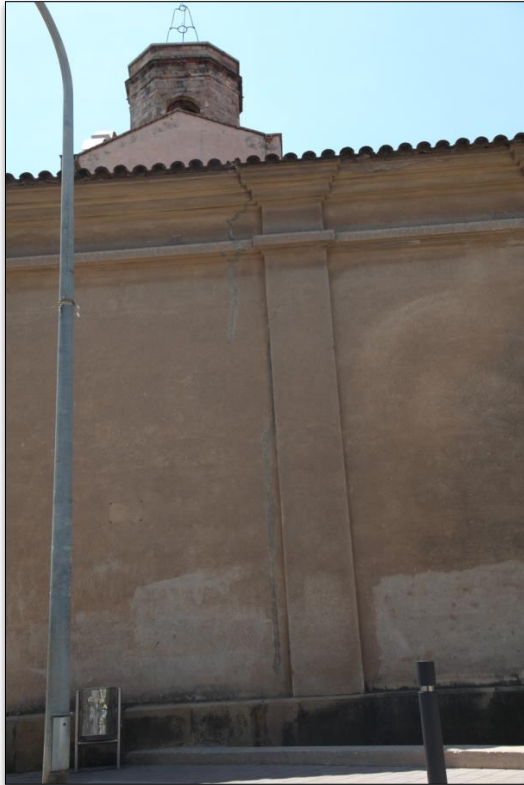


Imagen 84. Grieta cara este

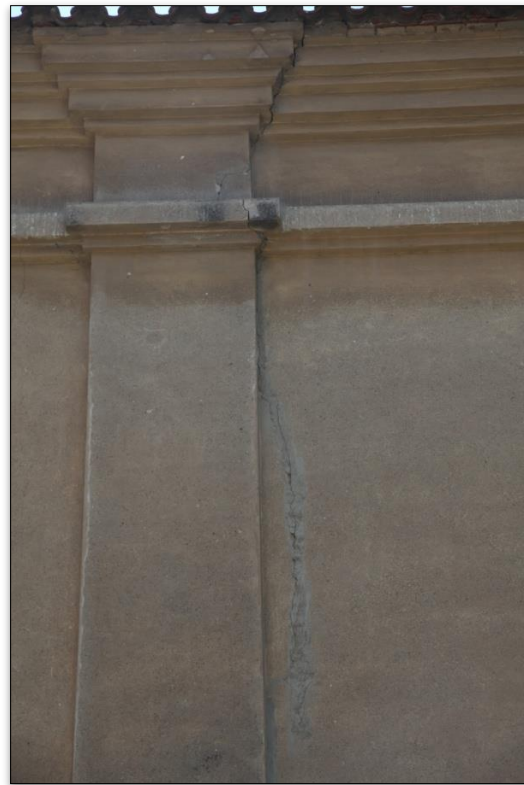


Imagen 85. Grieta cara este



Imagen 86. Grieta cara este



Imagen 87. Grieta cara este

La procedencia de estas grietas puede provenir del asentamiento desigual a lo largo de la superficie de apoyo del edificio. En los informes geotécnicos se comenta que la zona este de la Iglesia está apoyada sobre una capa de arenas limosas y limos arenosos con comportamiento

cohesivo y no plástico, y de poca resistencia. La zona oeste, en cambio, se encuentra encima de una capa de arena de grano más grueso y gravas heterogéneas que se mezclan con una matriz limosa arenosa; en conjunto se trata de una capa de materiales cohesivos-granulares y de resistencia media. Por este motivo, en la fachada oeste encontramos menos grietas tal y como mostramos en la *Imagen 88*:

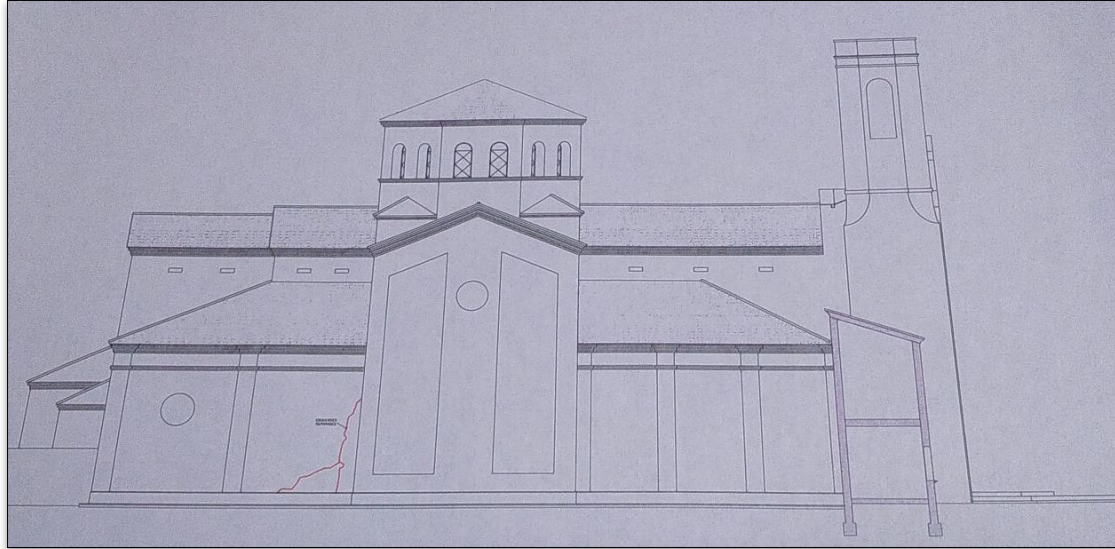


Imagen 88. Plano grietas fachada oeste (año 2012)

Esto puede ser uno de los principales motivos por los cuales la zona este se encuentre más agrietada que la zona oeste; se visualiza fácilmente en el plano de grietas del techo (*Imagen 89*):

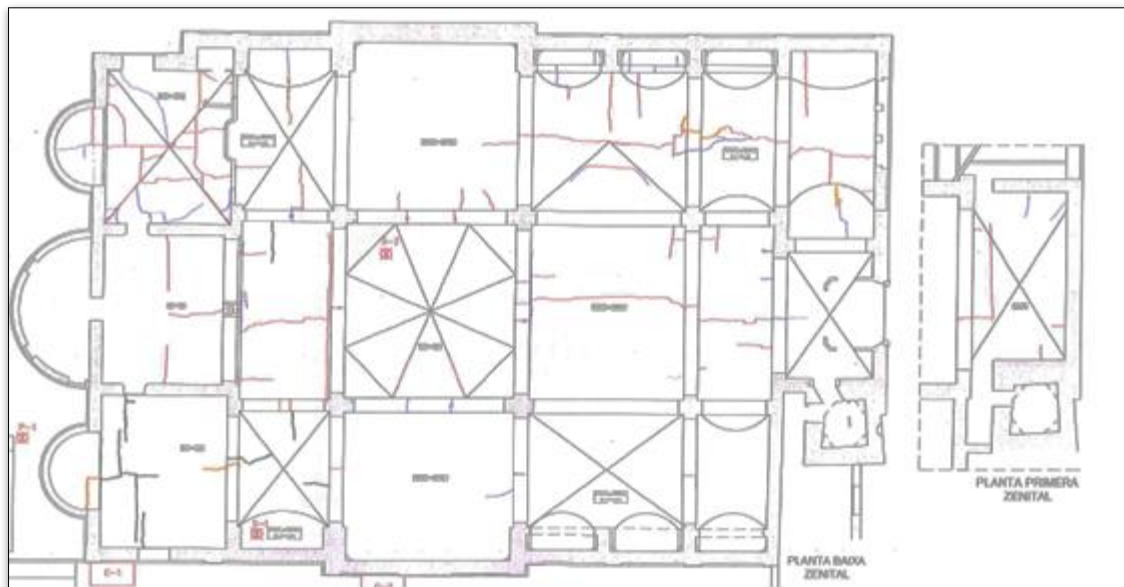


Imagen 89. Plano grietas techo (2015)

Por lo tanto, concluimos que la Iglesia está sufriendo una deformación transversal cóncava asimétrica, es decir, su cuerpo central asienta respecto los laterales este y oeste y, además, también existe un asiento relativo de los pilares de la fachada este debido a la mala calidad del terreno portante de la zona en cuestión.

6. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

6.1. Técnicas de reparación

Se estima que un 60% de los daños en edificios históricos son causados por cimentaciones inadecuadas. En este porcentaje se engloban un gran número de reparaciones sin una investigación geotécnica adecuada y prestando atención sólo a los daños estructurales más evidentes. Actualmente existen técnicas muy diversas para la corrección de los defectos de cimentación, siendo el principal problema seleccionar la más adecuada en cada caso dentro de las limitaciones funcionales, económicas y de viabilidad constructiva.

Con la información que tenemos sobre la cimentación actual de la Iglesia y el cálculo estimado que hemos realizado respecto el reparto de cargas que debe aguantar la cimentación (*Anexo 2*), se concluye que el terreno en el que la Iglesia está apoyado no es lo suficientemente resistente para la cimentación que se dimensionó en el momento de construir la Iglesia. Dicho de otro modo, los cimientos actuales son insuficientes dada la resistencia del terreno.

En general existen tres niveles de solución al problema de grietas que estamos tratando:

- ❖ Tapar grietas con morteros especiales y pintar.
Esta técnica no es propiamente una solución al problema ya que lo único que se realiza es ocultar las grietas. Si el problema es estructural no se soluciona nada con esta técnica. No obstante, es la opción más barata.
- ❖ Densificación local del terreno.
Si existe una zona donde hay un claro movimiento porque la cimentación en cuestión no se ha dimensionado de la correcta manera o por cualquier otro motivo, se puede densificar el terreno mediante la inyección de resinas, por ejemplo.
- ❖ Solución global del terreno.
En este caso podríamos optar por dos alternativas: aumentar la capacidad portante de todo el terreno donde se apoya la Iglesia densificándolo con inyecciones de cementación por ejemplo, o llevando el apoyo de los cimientos a una capa de alta resistencia con la técnica de micropilotaje, por ejemplo. Serían las opciones más caras respecto las otras comentadas pero las más seguras y duraderas.

Dado que los dos primeros niveles de solución comentados serían insuficiente en nuestro caso, a continuación se explican dos alternativas referentes al tratamiento global del terreno. No obstante, antes comentar que descartamos cualquier tipo de recalce superficial como ensanche de zapatas, creación de losas, refuerzo o creación de zapatas... ya que las tensiones que se transmiten al terreno no son grandes. El problema es que el terreno es muy heterogéneo y ampliando superficies de apoyo no se solucionarían las desviaciones existentes.

A continuación se contemplan dos alternativas para solucionar el problema en cuestión:

Alternativa 1:

En esta primera alternativa se propone actuar sobre el terreno. En el informe geotécnico, adjuntado en el *Anexo 3*, se nos informa de las características del terreno que las resumimos a continuación:

- La zona este de la Iglesia está apoyada sobre una capa de arenas limosas y limos arenosos con comportamiento cohesivo y no plástico, y de poca resistencia.

- La zona oeste se encuentra encima de una capa de arena de grano más grueso y gravas heterogéneas que se mezclan con una matriz limosa arenosa; en conjunto se trata de una capa de materiales cohesivos-granulares y de resistencia media.
- Con los sondeos realizados se determina que los pilares interiores están apoyados sobre cimentaciones antiguas encastadas a 4m de profundidad, llegando a una capa de material compuesta por arena limosa y limos arenosos.

En este caso entendemos que los cimientos, como elementos estructurales, están en buen estado o sin degradación apreciable y, sin embargo el edificio presenta daños por las condiciones del terreno sobre el que se apoya.

Se plantea entonces la alternativa de mejorar o corregir la capacidad portante del terreno.

La decisión requiere una investigación cuidadosa y una valoración detallada de las diversas soluciones tecnológicas y sus posibilidades de éxito. Las soluciones son diversas: inyecciones de cementación, relleno o compactación; cosido o armado del terreno...

La impregnación o cementación consiste en hacer penetrar en el terreno a través de taladros de pequeño diámetro <100mm un fluido que, al cabo del tiempo, adquiere rigidez por fraguado hidráulico o reacción química, formando con el terreno un material de alta resistencia y cohesión. Sin embargo, la difusión y penetración de inyecciones al terreno es muy irregular y difícilmente controlable. Esto hace que pueda provocar daños a edificaciones adyacentes. Dada la localización de la Iglesia, muy céntrica y rodeada de muchos edificios, descartaremos esta técnica para evitar dañar los edificios colindantes.

El relleno sirve para colmatar capas de terreno que presentan huecos importantes. En este caso, los estudios geotécnicos nos indican que no existen huecos en las capas de apoyo de la Iglesia por lo que esta técnica no es la adecuada en nuestro caso.

Las inyecciones de compactación (*Imagen 90*) consisten en introducir en el terreno un mortero plástico de arena-cemento (*Imagen 91*) de media presión a alta presión. Debido a la viscosidad del mortero que forma una masa muy viscosa y espesa se produce la compresión del terreno. Esto provoca el desplazamiento del terreno que hace que aumente la cohesión de éste por densificación.

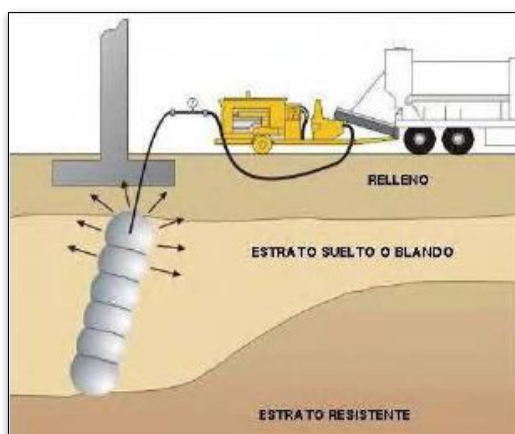


Imagen 90. Inyección de compactación



Imagen 91. Muestra arena-cemento

Esta podría ser una técnica a utilizar para mejorar la capacidad portante de nuestro terreno.

El Jet Grouting (inyección a chorro) se considera una mejora de la técnica anterior. Fue una técnica desarrollada en Inglaterra en los años 60 que consiste en la inyección de lechada de

cemento a alta presión que rompe el terreno y se mezcla con él. El resultado es una serie de columnas suelo-cemento que contribuyen por sí mismas y por efecto de confinamiento que producen en el terreno circundante, a una mejora por una mayor resistencia e impermeabilidad de la masa. No tiene límite de profundidad de actuación, sirve para terrenos granulares (arenas y gravas) y cohesivos (limos y arcillas). El objetivo de esta técnica es aumentar la resistencia del terreno y disminuir la permeabilidad.

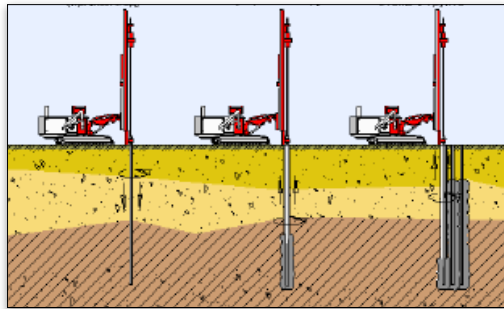


Imagen 92. Esquema procedimiento Jet Grouting

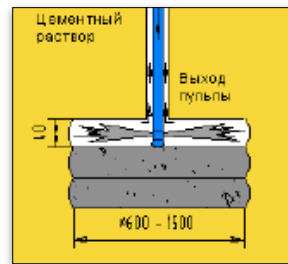


Imagen 93. Detalle Jet Grouting



Imagen 94. Jet Grouting

La técnica del Jet Grouting (*Imagen 92, 93 y 94*) también podría ser estudiada para conseguir que nuestra Iglesia dejase de asentar.

Alternativa 2:

En esta segunda alternativa planteamos el recalce de las cimentaciones superficiales mediante recalces profundos. Desde que en 1953 en Italia se desarrollaron los llamados *pali radice* o micropilotes, ejecutables con maquinaria de reducidas dimensiones y muy adaptables al trabajo dentro de los edificios construidos, el 90% de los recalces profundos que hay que realizar se hacen con esta técnica.

Los micropilotes (*Imagen 95*) son elementos metálicos y cilíndricos con diámetro de hasta 300 mm y una longitud de 20 a 200 veces su diámetro (3 a 60 m). Son por lo tanto elementos muy esbeltos. La armadura de los micropilotes es generalmente tubular, hueca y de acero y se coloca en el centro de los mismos (en ocasiones también se utilizan barras o perfiles). El interior de la armadura y el espacio anular entre ésta y el terreno se rellena con lechada o mortero de cemento a lo largo de toda la longitud. Una de sus aplicaciones fundamentales es la creación de recalces de edificios existentes.

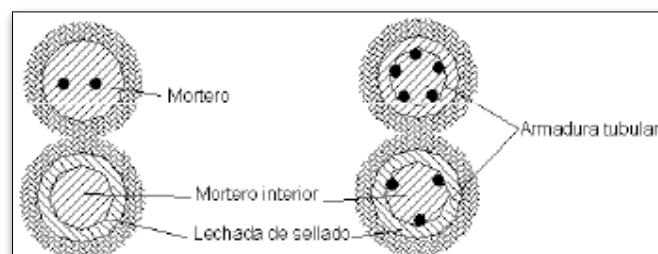


Imagen 95. Componentes micropilotaje

Es importante comentar que los micropilotes transmiten su carga al terreno predominantemente por el fuste. Dado el pequeño diámetro que tienen los micropilotes respecto su longitud, la resistencia por punta es bastante inferior a la resistencia por fuste y suele despreciarse. Esto no significa que no deba introducirse en terreno competente entre 6 y 10 veces su diámetro.

Los micropilotes se introducen en el terreno con una máquina pequeña y manejable (*Imagen 96 y 97*) que permite la perforación de un taladro, la colocación de la armadura y su posterior inyección en espacios reducidos. Esto es muy importante ya que nuestro caso se trata de una iglesia y no cualquier maquinaria puede acceder a su interior. El gálibo mínimo para ejecutar micropilotes es 2,25m.



Imagen 96. Maquinaria micropilotaje

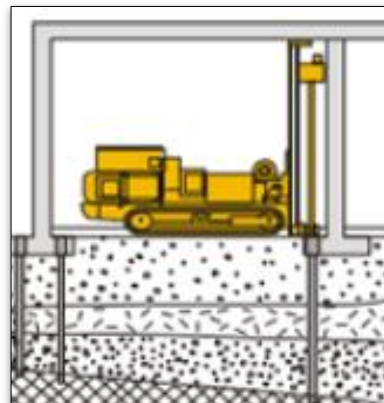


Imagen 97. Maquinaria micropilotaje

6.2. Análisis multicriterio de las técnicas de reparación

A pesar de que en el apartado anterior ya hemos descartado algunas técnicas comentadas por no ajustarse a las condiciones en las que se encuentra la Iglesia, a continuación mostramos un análisis donde, a través de diferentes criterios, hemos seleccionado la técnica más adecuada para reparar el problema que nos incumbe. De todas las técnicas anteriores hemos seleccionado tres para el análisis: inyección de compactación, Jet Grouting y micropilotaje.

Tal y como podemos observar en la tabla multicriterio, hemos evaluado cada técnica mediante cuatro grandes criterios y los hemos ponderado según su nivel de importancia:

- Criterio medioambiental
- Criterio socioeconómico
- Criterio presupuestario
- Criterio estético

Cada uno de ellos se ha subdividido en diferentes subcriterios que hemos considerado relevantes para el caso de la Iglesia en cuestión y también los hemos ponderado según su importancia dentro del grupo.

De las tres técnicas preseleccionadas hemos evaluado cada criterio de la siguiente manera:

Criterio favorable	puntos
Grado bajo	10
Grado medio	5
Grado alto	0

Criterio desfavorable	puntos
Grado bajo	0
Grado medio	5
Grado alto	10

Finalmente según los criterios planteados, la técnica del Jet Grouting es la más adecuada. En el siguiente apartado se mostrará cómo diseñar y dimensionar la técnica seleccionada en la Iglesia objeto de estudio.

CRITERIOS		porcentaje de importancia respecto el total	porcentaje de grupo	Inyección de compactación	puntos	valoración ponderada	Jet Grouting	puntos	valoración ponderada	Micropilotaje	puntos	valoración ponderada
medioambientales	afecciones zona verde (m²)	8%	15%	medio	5	0,06	alto	0	0	bajo	10	0,12
	ruido (maquinaria pesada o no pesada)		40%	medio	5	0,16	medio	5	0,16	medio-alto	2,5	0,08
	contaminación generada (polvo)		30%	medio	5	0,12	medio-alto	2,5	0,06	bajo	10	0,24
	residuos generados		15%	medio	5	0,06	alto	0	0	medio	5	0,06
socioeconómicos	afección al espacio de culto	20%	25%	medio	5	0,25	medio	5	0,25	medio-alto	2,5	0,125
	afecciones en espacio público		25%	medio	5	0,25	alto	0	0	medio	5	0,25
	afecciones al funcionamiento socioeconómico del entorno		50%	medio	5	0,5	bajo	10	1	medio-alto	2,5	0,25
presupuestarios	presupuesto inicial	70%	80%	medio-alto	2,5	1,4	medio	5	2,8	medio-alto	2,5	1,4
	mantenimiento		20%	medio	5	0,7	medio	5	0,7	bajo	10	1,4
estéticos	afección visual al terminar	2%	100%	medio	5	0,1	medio	5	0,1	medio	5	0,1
				puntuación total:		3,600	puntuación total:		5,070	puntuación total:		4,025

6.3. Diseño y dimensionamiento del Jet Grouting

6.3.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es diseñar y dimensionar el mínimo número de columnas de suelo-cemento con la técnica del Jet Grouting con el fin de mejorar y reforzar el terreno natural para recalzar la cimentación de la Iglesia. La principal ventaja del sistema es su versatilidad y flexibilidad. El Jet Grouting permite realizar columnas de diferentes geometrías y longitudes a distintas presiones, en cualquier tipo de terreno.

Esta técnica, a diferencia del micropilotaje, presenta la ventaja de no exigir al cimiento a recalzar una gran capacidad estructural dado que su apoyo en el suelo tratado se realiza en una zona más amplia, sin “puntos duros”, al ser la transmisión de esfuerzos básicamente por compresión. No obstante, presenta el inconveniente de que en fase constructiva, al ser la zona tratada más amplia, se deben evitar posibles asentamientos y giros de la cimentación hasta el fraguado de la lechada de cemento inyectado bajo la cimentación. Por este motivo, en muchos casos debe contemplarse la posibilidad de apeaar provisionalmente la estructura a recalzar.

La distribución de las columnas suele ser de la siguiente manera: en zapatas aisladas no se suelen inyectar menos de tres columnas por zapata para evitar inestabilidades mientras que en zapatas corridas se suelen ejecutar las columnas al tresbolillo. Ver *Imagen 98*.

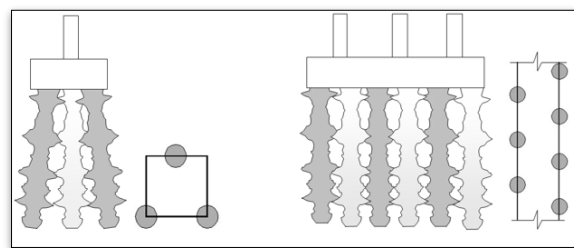


Imagen 98. Zapata aislada + Zapata corrida

6.3.2. Datos de partida

Para la realización de los cálculos pertinentes se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Estudio realizado en el presente informe sobre las patologías de la Iglesia.
- Planos de planta y distribución de pilares y muro perimetral (planos adjuntos en *Anexo 1*).
- Cargas transmitidas al terreno (*Anexo 2*).
- Los datos procedentes del estudio geotécnico (*Anexo 3*) y del estudio de auscultación (*Anexo 4*).

Los perfiles geológicos proporcionados en el estudio geotécnico muestran 3 niveles de terreno:

Nivel 1 (CAPA R): tiene un grosor de entre 3,2 y 5,1m. Consta de limos arenosos de color marrón con restos de raíces y abundantes restos de escombros. Es una capa heterogénea, poco compactada y de resistencia heterogénea. En los ensayos SPT se observan valores de 6 a 13.

Nivel 2 (CAPA A): tiene un grosor de entre 6 y 7m. Consta de arena limosa y limos arenosos de color marrón. La fracción granular está formada por arena de grano fino a mediano. Se trata de una capa cohesiva con comportamiento no plástico y de baja resistencia. En los ensayos SPT se observan valores homogéneos de 8 a 12, que equivalen a valores de 6 a 11 en el ensayo de penetración.

Nivel 3 (CAPA B): se sitúa por debajo de la CAPA A. Consta de arena de grano más grueso y gravas heterométricas que se mezclan con una matriz limosa arenosa de color marrón. Se trata de una capa de materiales cohesivo-granulares de resistencia media. En los ensayos SPT se observan valores de 18 a 25, que equivalen a valores de 19 a 26 en el ensayo de penetración.

Es importante comentar que el nivel freático se encuentra a una profundidad de 12,2m.

6.3.3. Características de las columnas del Jet Grouting

6.3.3.1. Tipologías

Se diferencian tres tipos de tratamiento de Jet Grouting básicamente por el sistema de desplazar y fracturar el terreno circundante y mezclarlo con la lechada de cemento inyectada (*Imagen 99*). Los tipos son:

Tipo 1: denominado también mono Jet, simple o de fluido único. La propia inyección de lechada de cemento produce la disagregación del terreno y su mezclado con el mismo.

Tipo 2: denominado también Jet de doble fluido. El tratamiento del terreno se realiza a través de dos toberas desplazadas verticalmente. Existen dos variantes:

- **Variante 2A (agua + lechada):** La disagregación del terreno se produce con agua a alta presión por la tobera superior y la inyección de relleno de lechada de cemento se realiza a menos presión por la tobera inferior.
- **Variante 2B (aire + lechada):** los chorros son concéntricos, potenciando al aire la acción de rotura del terreno y el mezclado de lechada de cemento, además de favorecer la evacuación de los restos o residuos procedente de la erosión de rocas y otros minerales.

Tipo 3: denominado también como Jet de triple fluido o tri-Jet, en el que el chorro de agua a alta presión se envuelve con aire comprimido. El aire y el agua son inyectados por las toberas superiores para romper el terreno y la lechada de cemento se inyecta por las toberas inferiores.

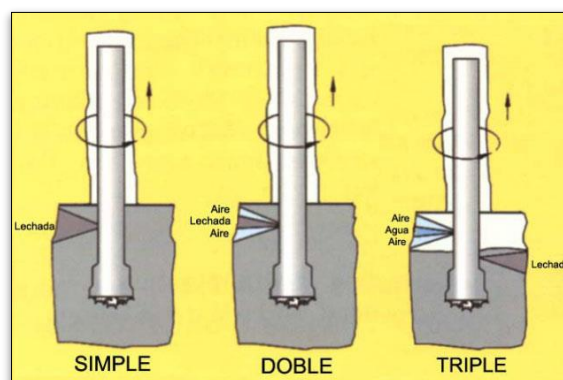


Imagen 99. Tipologías Jet Grouting

En nuestro caso, las columnas de jet serán del tipo 2A, es decir, se inyectará agua y lechada. Se elige esta opción ya que realizando la inyección de lechada con agua se reducen las posibles afecciones a la estructura existente y cualquier tipo de infraestructura subterránea. Además, el agua permite evacuar la resurgencia o rechazo con mucha eficiencia y reduce la posibilidad de creación de sobrepresiones por la inyección de lechada. Por otro lado, se desestima la variante de aire ya que es más agresivo y podría causar algún daño imprevisto a la estructura existente.

6.3.3.2. Longitud de las columnas

Las columnas de Jet Grouting deberán bajar y penetrar al menos un metro en la CAPA B, siendo esta la capa más estable de las tres halladas en el estudio geotécnico. Por lo tanto, las columnas deberán llegar a la cota -12m aproximadamente.

6.3.3.3. Diámetro de las columnas

Con la técnica de Jet Grouting pueden crearse diámetros de entre 0,5 y 5m. No obstante, dadas las características de nuestro terreno y los cimientos de nuestra Iglesia, lo más adecuado es elegir un diámetro de columna de entre 0,8 y 1m. Diámetros superiores a 1m podrían causar asientos durante el proceso de fraguado de las columnas de jet. En este caso, consideraremos un diámetro de 0,8m aunque hay que tener en cuenta que en las zonas más gravosas se obtendrá un diámetro algo mayor que en las zonas de terreno más cohesivas.

6.3.3.4. Inclinación de las columnas

Dado que se trata de recalzar la cimentación existente de la Iglesia, las columnas serán lo más verticales posibles. Se comprobará con un clinómetro que los taladros no se desvían más de un 2% de la posición teórica inicial. Dicho control se realizará en un 5% de los taladros, y no en menos de tres de ellos.

6.3.4. Justificación de la solución adoptada.

6.3.4.1. Tensión de servicio y tensión admisible de columna de Jet Grouting

En el *Anexo 2* se adjuntan las tensiones estimadas que el edificio transmite al terreno a través de las zapatas aisladas y corridas de las que consta la cimentación de la Iglesia. A continuación se muestran los datos más importantes de dichos cálculos.

Con el objetivo de facilitar el procedimiento de cálculo, hemos dividido el muro perimetral en diferentes tramos en los que dividimos las cargas (o tensiones) transmitidas por todo el edificio al terreno. Cada tramo tiene un código con el que lo identificamos al igual que los pilares centrales. En la *Imagen 100* se muestra dicha tramificación:

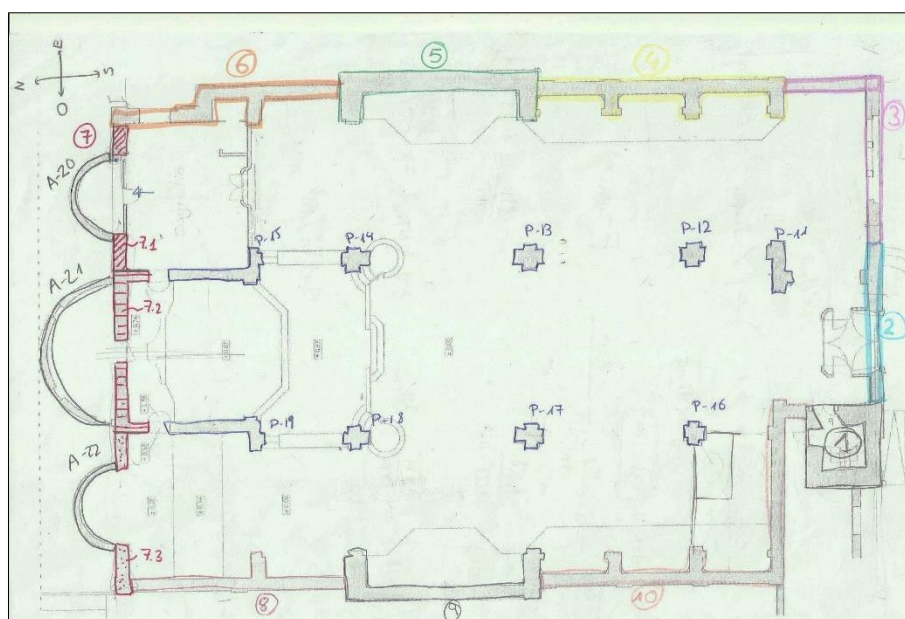


Imagen 100. Plano de tramificación de las cargas transmitidas al terreno

A continuación queremos mostrar el estado actual de tensiones transmitidas del edificio al terreno. En la *Tabla 1* se muestra la tensión admisible del terreno de cada capa y, en la *Tabla 2* aparecen las tensiones reales que cada tramo del muro perimetral y los pilares centrales transmiten al terreno. De color rojo aparecen aquellos tramos donde la tensión real supera la tensión admisible mientras que de color verde se muestran los casos donde no se supera la tensión admisible.

	Tipo de suelo	Tensión admisible zapata aislada (kg/cm ²)	Tensión admisible zapata corrida (kg/cm ²)
Capa R (capa superficial)	Relleno	No apoyar	No apoyar
Capa A (capa intermedia)	Cohesivo	1,1	0,8
Capa B (capa profunda)	Cohesivo	1,9	1,4

Tabla 1. Tensión admisible del terreno

TRAMO	Tensión peso propio muros y pilares	Tensión peso propio cubierta	TENSIÓN TRANSMITIDA (kg/cm ²)	Tipo Zapata	Siendo CAPA A	Siendo CAPA B
1	0,553	0,123	0,676	corrida	ok	ok
2	0,275	0,300	0,576	corrida	ok	ok
3	0,096	0,396	0,493	corrida	ok	ok
4	0,261	0,312	0,573	corrida	ok	ok
5	0,538	0,214	0,752	corrida	ok	ok
6	0,212	0,341	0,554	corrida	ok	ok
7,1	0,154	0,361	0,515	corrida	ok	ok
7,2	0,237	0,172	0,409	corrida	ok	ok
7,3	0,189	0,272	0,460	corrida	ok	ok
8	0,218	0,333	0,551	corrida	ok	ok
9	0,538	0,174	0,712	corrida	ok	ok
10	0,204	0,271	0,475	corrida	ok	ok
P-11	0,170	1,500	1,671	aislada	t.real>t.adm	ok
P-12	0,094	3,642	3,737	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-13	0,169	4,274	4,443	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-14	0,159	3,811	3,969	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-15	0,214	1,449	1,663	corrida	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-16	0,094	3,191	3,286	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-17	0,169	3,845	4,014	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-18	0,159	3,420	3,579	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-19	0,214	1,375	1,589	corrida	t.real>t.adm	t.real>t.adm
A-20	0,042	0,269	0,311	corrida	ok	ok
A-21	0,048	0,502	0,550	corrida	ok	ok
A-22	0,042	0,269	0,311	corrida	ok	ok

Tabla 2. Tensión real transmitida al terreno

En la *Tabla 2* observamos que en algunos tramos la capa A no es adecuada para soportar la carga que trasmite la Iglesia. De la misma manera, la capa B, en algunos pilares del centro de la Iglesia, tampoco soportaría la tensión que se transfiere por lo que se deberá actuar cuidadosamente en esas zonas.

En la *Imagen 101* mostramos el esquema de reparto de cargas según si los tramos superan la tensión admisible del terreno (color rojo) o no (color verde).

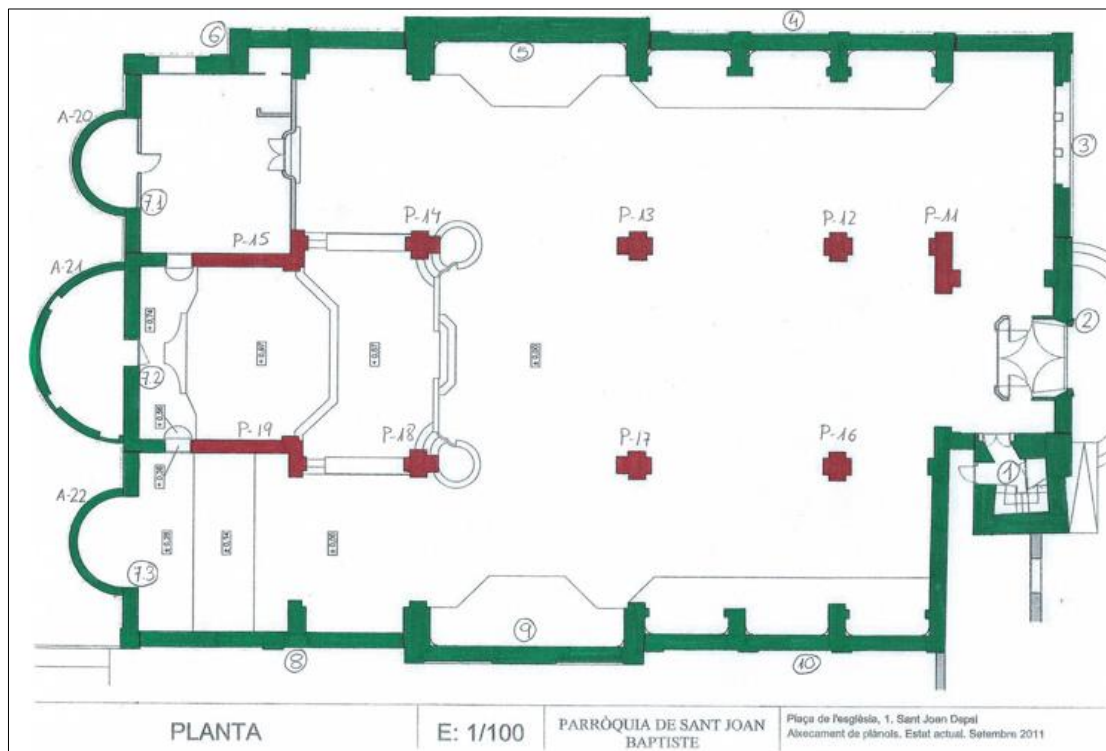


Imagen 101. Plano de reparto de cargas (siendo capa A)

Con estos datos de partida se ha diseñado y dimensionado las columnas de Jet Grouting. Hemos realizado los cálculos pertinentes del muro perimetral (zapata corrida) separadamente de los cálculos de los pilares centrales de la Iglesia (zapatas aisladas). Para la obtención del número final de columnas a disponer a lo largo de todo el muro perimetral se han hecho dos comprobaciones: las columnas deben ser capaces de absorber la carga proveniente de la Iglesia y dichas columnas no deben superar la tensión admisible del terreno de la CAPA B. Misma comprobación se ha realizado para las zapatas aisladas.

Todos los cálculos del dimensionamiento de columnas de Jet Grouting están incluidos en el *Anexo 6*, sin embargo a continuación mostramos los resultados más importantes.

- Número de columnas a disponer a lo largo de todo el muro perimetral (zapata corrida):
 - Comprobación resistencia a compresión simple:

TRAMO	longitud zapata corrida (m)	Carga transmitida (kg)	nº columnas de jet	Resistencia por columna de jet D=0,8m (Kg/columna)	Carga transmitida por columna (kg/columna)	separación entre columnas (zapata corrida) (m)
1	7,40	106.974,00	2	67.020,64	53.487,00	4
2	4,70	37.724,40	1	67.020,64	37.724,40	8
3	8,80	30.465,00	1	67.020,64	30.465,00	19
4	7,50	64.317,60	2	67.020,64	32.158,80	7
5	6,20	95.074,20	2	67.020,64	47.537,10	4
6	7,70	53.731,44	1	67.020,64	53.731,44	9
7,1	2,60	13.327,92	1	67.020,64	13.327,92	13

7,2	5,60	37.150,20	1	67.020,64	37.150,20	10
7,3	2,70	15.948,00	1	67.020,64	15.948,00	11
8	6,70	47.750,40	1	67.020,64	47.750,40	9
9	6,20	92.874,60	2	67.020,64	46.437,30	4
10	13,50	87.669,00	2	67.020,64	43.834,50	10
P-15	3,50	37.553,94	1	67.020,64	37.553,94	6
P-19	3,50	36.589,50	1	67.020,64	36.589,50	6
A-20	3,90	6.148,80	1	67.020,64	6.148,80	42
A-21	7,10	14.421,60	1	67.020,64	14.421,60	32
A-22	3,90	6.148,80	1	67.020,64	6.148,80	42
			22			

Tabla 3. Nº de columnas de jet a comprobación de RCS (zapata corrida)

En la *Tabla 3* observamos que el número total de columnas es 22. En algunos casos las separaciones que obtenemos son muy grandes y esto es debido a que en dichos tramos la carga transmitida es muy inferior a la carga que puede soportar una sola columna de jet. No obstante, a continuación procedemos a calcular el número final de columnas para que la tensión real que recibe el terreno nunca sea superior a la tensión admisible:

- Comprobación $t_{real} < t_{adm}$:

TRAMO	Carga admisible CAPA A (kg)	Carga transmitida (kg)	Carga que deben absorber las columnas (kg)	nº columnas de jet	t. real (Kg/cm2)	t.adm CAPA B (Kg/cm2)	t.real<t.adm ?
1	49.333,33	106.974,00	57.640,67	9	1,27	1,40	ok
2	31.333,33	37.724,40	6.391,07	1	1,27	1,40	ok
3	58.666,67	30.465,00	-	1	-	1,40	ok
4	50.000,00	64.317,60	14.317,60	3	0,95	1,40	ok
5	41.333,33	95.074,20	53.740,87	8	1,34	1,40	ok
6	51.333,33	53.731,44	2.398,11	1	0,48	1,40	ok
7,1	17.333,33	13.327,92	-	1	-	1,40	ok
7,2	37.333,33	37.150,20	-	1	-	1,40	ok
7,3	18.000,00	15.948,00	-	1	-	1,40	ok
8	44.666,67	47.750,40	3.083,73	1	0,61	1,40	ok
9	41.333,33	92.874,60	51.541,27	8	1,28	1,40	ok
10	90.000,00	87.669,00	-	2	-	1,40	ok
P-15	23.333,33	37.553,94	14.220,61	3	0,94	1,40	ok
P-19	23.333,33	36.589,50	13.256,17	2	1,32	1,40	ok
A-20	26.000,00	6.148,80	-	1	-	1,40	ok
A-21	47.333,33	14.421,60	-	1	-	1,40	ok
A-22	26.000,00	6.148,80	-	1	-	1,40	ok
				45			

Tabla 4. Nº de columnas de jet a comprobación de tensiones (zapata corrida)

En la *Tabla 4* las casillas marcadas en amarillo corresponden a aquellos tramos en los que hemos tenido que aumentar el número de columnas obtenido de la comprobación anterior

para que la tensión transmitida por columna no superase a la tensión admisible del terreno y, por lo tanto, evitar futuros asentos.

Finalmente, el número total de columnas a disponer según los cálculos son 45. Cabe destacar que es un número de referencia ya que hay diferentes zonas que hay que tratar independientemente, además de añadir columnas para la estabilidad de la zapata corrida en algunos casos. Las zonas o tramos especiales son los siguientes:

-El tramo 1 se trata del campanario de la Iglesia. Éste fue construido anteriormente a la Guerra Civil y se mantiene en pie hasta ahora; no fue destruido durante dicha guerra como sucedió con el resto del templo por lo que está sujeto a la cimentación original. Por lo tanto, este tramo habría que estudiarlo de manera individual ya que los cimientos quedarían algo por debajo de donde están los de la actual Iglesia. Cabe destacar además que en el campanario no se aprecian grietas ni pérdida de verticalidad.

- Los tramos 6 y 7.1 corresponden a los muros que forman la sacristía (zona noroeste). En la inspección visual que se realizó para explorar las grietas que actualmente existen en la Iglesia, se detectó que esa zona es la más crítica de todas. A pesar de los cálculos realizados, se recomendaría disponer alguna columna más para asegurar su estabilidad.

- Por último, los tramos A-20, A-21 y A-22 se tratan de los ábsides. Éstos se realizaron a posteriori del cuerpo central de la Iglesia y, dado el poco peso que transmiten al terreno, bastaría en reforzar simplemente la cimentación superficial que actualmente tienen para asegurar su estabilidad. No obstante, dado que la reparación de la Iglesia se basa fundamentalmente en la colocación de columnas de Jet Grouting, se cree que la manera más económica de reforzar dicha cimentación es realizando 2 columnas de jet por ábside. De esta manera bastaría para evitar su movimiento.

▪ A continuación se muestra el número de columnas para los pilares centrales de la Iglesia (zapatas aisladas):

Como se ha comentado anteriormente las zapatas aisladas deben tener un mínimo de tres columnas de jet por zapata para su estabilidad. A continuación mostramos un resumen de los cálculos (en el *Anexo 6* se encuentra la versión completa):

TRAMO	Kg totales	nº de columnas por zapata aislada	Carga transmitida por columna (kg/columna)	¿Cuánto aguanta una columna (kg)?	¿Resisten las columnas de jet?
P-11	21.756,60	3	7.252,20	67.020,64	sí
P-12	20.836,80	3	6.945,60	67.020,64	sí
P-13	31.527,00	3	10.509,00	67.020,64	sí
P-14	27.464,40	3	9.154,80	67.020,64	sí
P-16	18.988,20	3	6.329,40	67.020,64	sí
P-17	29.424,60	3	9.808,20	67.020,64	sí
P-18	25.668,00	3	8.556,00	67.020,64	sí

Tabla 5. Nº de columnas de jet a comprobación de RCS (zapatas aisladas)

En la *Tabla 5* observamos que las 3 columnas obligatorias a disponer son suficientes para transmitir las cargas al terreno sin problema alguno.

En cambio, en la *Tabla 6* comprobamos que en 2 pilares se deben disponer 4 columnas para que no exista hundimiento de las columnas de jet.

TRAMO	Kg totales	nº de columnas por zapata aislada	tensión de servicio real de columnas de jet (kg/cm ²)	tensión admisible CAPA B (kg/cm ²)	¿Soporta la CAPA B las columnas de jet?
P-11	21.756,60	3	1,44	1,90	SÍ
P-12	20.836,80	3	1,38	1,90	SÍ
P-13	31.527,00	4	1,57	1,90	SÍ
P-14	27.464,40	3	1,82	1,90	SÍ
P-16	18.988,20	3	1,26	1,90	SÍ
P-17	29.424,60	4	1,46	1,90	SÍ
P-18	25.668,00	3	1,70	1,90	SÍ

Tabla 6. Nº de columnas de jet a comprobación de tensiones (zapatas aisladas)

Finalmente, en la *Imagen 102* se propone una distribución de columnas de Jet Grouting en base a los cálculos y razones extras expuestos anteriormente:

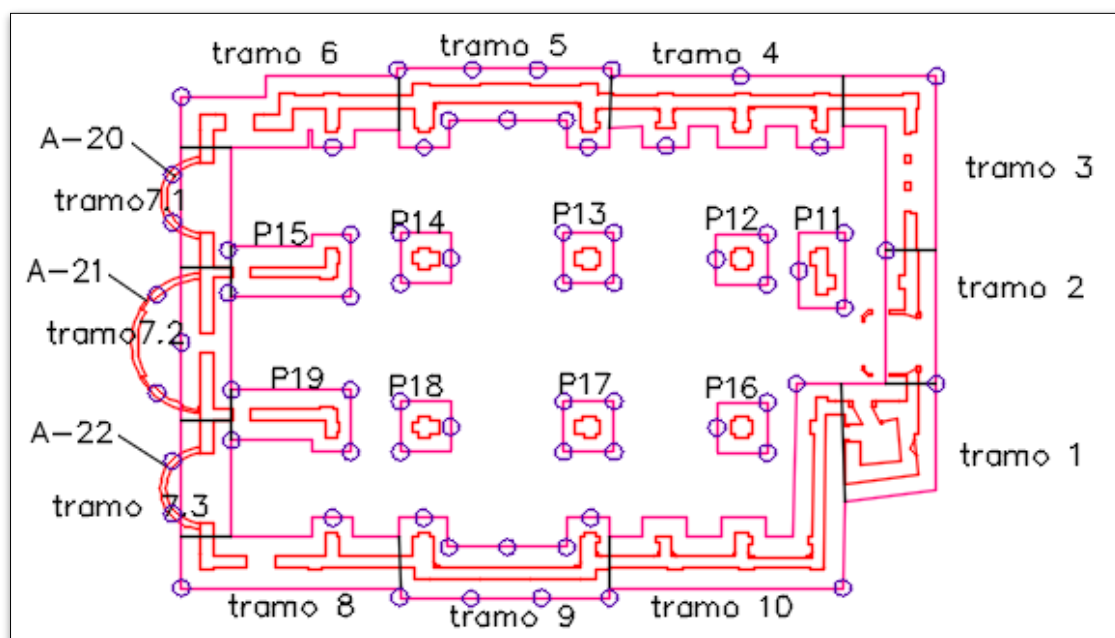


Imagen 102. Distribución de columnas de jet

7. PRESUPUESTO

7.1. Resumen del presupuesto

En el presente capítulo mostramos el resumen de presupuesto de las actuaciones comentadas anteriormente con el fin de subsanar el problema de asientos al que está sujeto la Iglesia de Sant Joan Despí actualmente. En el *Anexo 7*, a parte del documento citado anteriormente, también encontraremos la justificación de mediciones, el cuadro de precios nº 1, el cuadro de precios nº 2 y el presupuesto.

En la valoración de los trabajos hemos considerado lo siguiente:

- Actuaciones previas. En este apartado se ha considerado la retirada de mobiliario y enseres tanto dentro como fuera de la Iglesia; la instalación de las pertinentes acometidas tanto de luz como de agua para la correcta ejecución de los trabajos; un vallado perimetral para el aislamiento de los trabajos; y el apeo y apuntalamiento de la estructura para evitar asientos al ejecutar las columnas de Jet Grouting.
- Refuerzo del terreno. En este apartado se han tenido en cuenta todos los medios para la correcta ejecución del refuerzo del terreno mediante la técnica del Jet Grouting.
- Reparación ornamental. Por último, se ha considerado una serie de actuaciones ornamentales que consisten en el saneo de grietas existentes, posterior enfoscado de éstas y el pintado mediante una capa de pintura de todo el interior de la Iglesia.

RESUMEN DE PRESUPUESTO			
IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA.....			
CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
E02	TRABAJOS PREVIOS.....	10.306,47	5,55
E03	REFUERZO DEL TERRENO	150.732,83	81,11
E01	REPARACIÓN ORNAMENTAL.....	9.570,52	5,15
05.01	CONTROL DE CALIDAD.....	4.906,08	2,64
P02	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	5.068,13	2,73
01	SEGURIDAD Y SALUD	5.243,82	2,82
..... PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		185.827,85	
13,00 % Gastos generales		24.157,62	
6,00 % Beneficio industrial		11.149,67	
..... Suma		35.307,29	
..... PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		221.135,14	
..... 21% IVA		46.438,38	
..... PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		267.573,52	
Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS SETENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS			
SANT JOAN DESPÍ			

8. CRONOGRAMA DE TRABAJOS

A continuación se muestra una planificación de obra sobre los trabajos a ejecutar. La obra tiene un plazo de 76 días laborables considerando que la Iglesia se cierra al público. En caso de querer mantenerla abierta y realizar en paralelo los trabajos de reparación, el plazo se duplicaría como mínimo.

8.1. Descripción del proceso constructivo

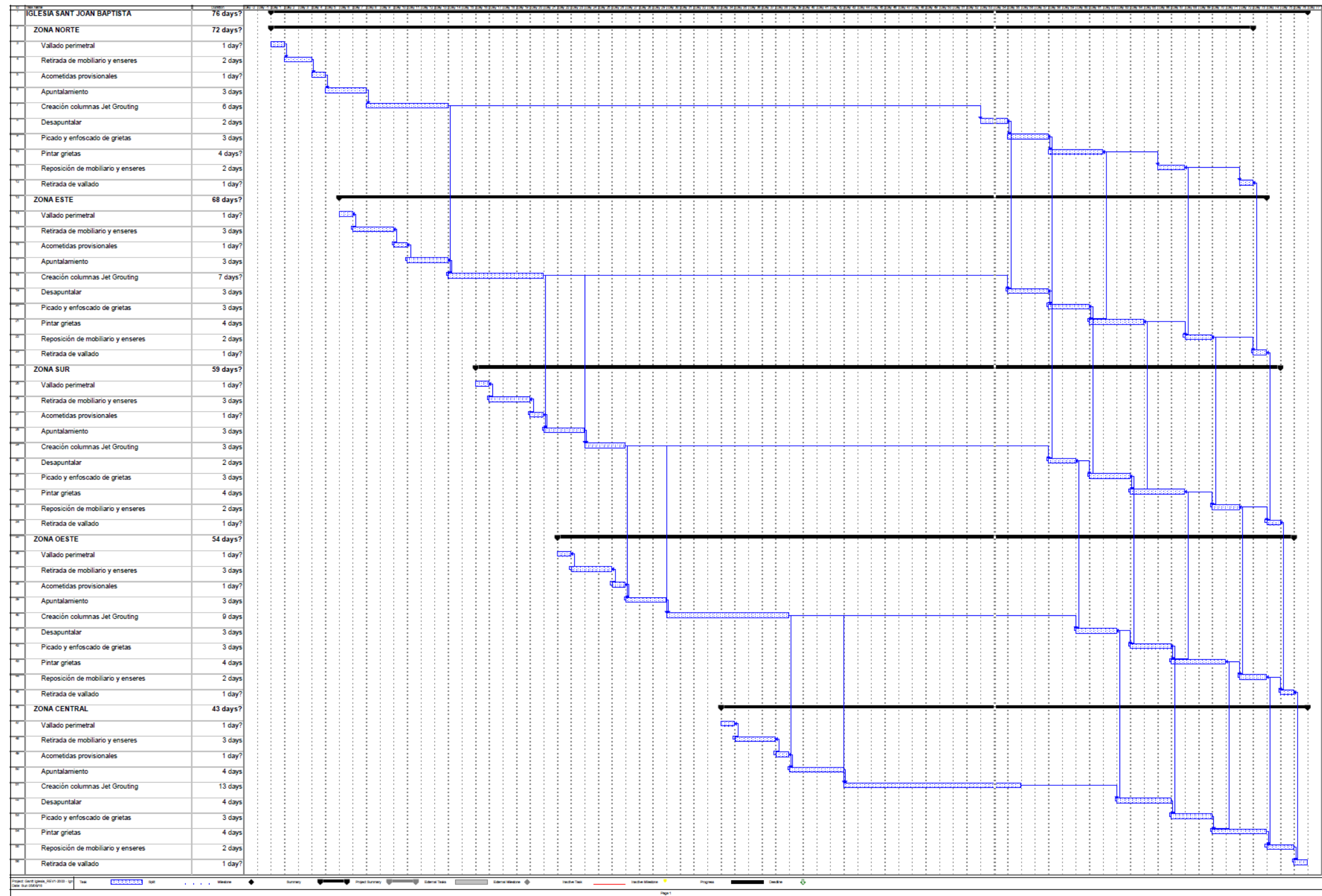
Existen 5 zonas de trabajo claramente diferenciadas: zona norte, sur, este, oeste y zona central de la Iglesia. Cada una de ellas consta de los mismos trabajos a ejecutar: en primer lugar se vallará perimetralmente la zona afectada y se procederá al retirado de todo el mobiliario urbano necesario para el desarrollo de los trabajos. A continuación se apuntalará la zona para evitar posibles movimientos durante la ejecución de las columnas de jet y los días posteriores para su fraguado. Una vez hayan pasado un mínimo de 7 días, se procederá al desapuntalamiento de la zona para el picado, enfoscado y pintado de las zonas agrietadas o dañadas. Finalmente, se repondrá el mobiliario urbano y se retirará el vallado de la zona.

Respecto el desarrollo de las diferentes actividades, se ha dado preferencia a la continuidad de la actividad crítica e invasiva que es la formación de las columnas de Jet Grouting. El resto de actividades son iniciadas de manera discontinua encajadas según dicha actividad para invadir y afectar cada zona el mínimo tiempo posible.

Para el vallado perimetral, el retirado de mobiliario, el apuntalamiento y desapuntalamiento se hará uso de un solo equipo compuesto por cuatro oficiales, una minicargadora y los medios auxiliares necesarios. Para la ejecución de las columnas de Jet Grouting, se necesitarán dos equipos formados por una perforadora, silo de almacenaje, un compresor mezclador y tres oficiales especialistas en cimentaciones. Posteriormente, se necesitarán tres equipos de dos oficiales albañiles para el picado y enfoscado de las zonas dañadas y finalmente cuatro equipos de pintura compuesto por cuatro oficiales pintores con medios de elevación y auxiliares.

8.2. Cronograma de construcción

A continuación se muestra el cronograma de obra considerando todos los detalles comentados anteriormente:



9. CONCLUSIONES

El objetivo del trabajo ha sido estudiar los daños que sufre la Iglesia y hallar la mejor técnica de reparación para estabilizar el movimiento que lleva sufriendo el templo desde hace años. Los asientos diferenciales de la Iglesia conllevan a la aparición de numerosas grietas de índole grave que remarcan la gravedad del problema.

Por este motivo, en el presente trabajo se ha realizado en primer lugar una inspección visual de las grietas que nos ha aportado información de gran valor para analizar qué tipo de asientos está sufriendo la Iglesia.

Posteriormente, a través de un análisis multicriterio de diferentes técnicas de reparación estructural, se ha creído conveniente que el mejor método para reparar la Iglesia es a través de la técnica de Jet Grouting. Esta técnica nos permite abordar el problema estructural sin actuar directamente en la cimentación de la Iglesia sino reforzando el terreno. Por lo tanto, si se tiene escaso conocimiento del tipo de cimentación en una construcción con problemas de asientos, es muy aconsejable el uso de la técnica de Jet Grouting como refuerzo del terreno.

Tras el diseño y el dimensionamiento de las columnas de agua-cemento que modifican la resistencia del terreno, se ha procedido a su valoración económica. El coste de ejecución de las columnas de Jet Grouting y todos los trabajos que conlleva dicha actuación, es comparable con el coste reflejado en el estudio realizado en 2012 (*Anexo 5*) en el que se proyecta una solución de cosido de grietas mediante grapas de acero inoxidable y la posterior protección con mallas de fibra de vidrio y morteros de reparación bicomponentes. La diferencia entre ellos es que el primer caso se trata de una reparación estructural y refuerzo del terreno mientras que el estudio del *Anexo 5* es sólo una reparación física y saneo de las grietas. Cabe destacar que esta actuación de cosido y tapado de grietas no tuvo ningún éxito para la extinción del problema fundamental, el asiento de la estructura.

La incorporación de nuevas técnicas de refuerzo permite solventar problemas estructurales con unas inversiones muy similares a técnicas de reparación simple.

A pesar del coste que tiene dicha actuación, es la mejor opción de reparación que se puede llevar a cabo ya que no se trata de una solución parcial al problema sino una solución global con la que no se va a tener que llevar a cabo más reparaciones ornamentales por la aparición de nuevas grietas que, a largo plazo, conllevan a un gasto mayor que el que se tendría ejecutando el presente proyecto.

Con la aplicación de esta técnica de refuerzo del terreno (Jet Grouting) se cree que se satisface el objetivo principal ya que finalmente se actúa en el foco del problema, el terreno.

ANEXO 1

Grietas y fisuras detectadas

LEYENDA, DETALLES Y COMENTARIOS DE LAS GRIETAS SEÑALADAS EN PLANOS

Nota: los números y letras en plano (0.X, por ejemplo) corresponden a imágenes de la zona señalada que se adjuntan en un pdf junto al presente documento.

Plano 1] GRIETAS SUELO

 Grieta  Desconchado

- 1) Rotura de baldosas
- 2) Zona reparada. Seguramente la grieta seguiría.
- 3) Grieta que sube por la pared.
- 4) Tabique.
- 5) Grieta que sube por la pared.
- 6) Baldosas descalzadas.
- 7) Zona asentada.
- 8) Reparación por asentamiento de baldosas (se crea un pequeño escalón)
- 9) Zona de humedades.
- 10) Rapa / baldosas rotas.
- 11) Zona desconchada.

Plano 2] GRIETAS TECHO

 Grieta  Fisura  Testigo

- 1) Testigo no roto.
- 2) Grapa.
- 3) Humedades.
- 4) Zona no visible.

Plano 3] GRIETAS PARED INTERIOR (cara este)

 Grieta  Fisura  Testigo

- 1) Testigo no roto.
- 2) Testigo descalzado.
- 3) Grieta que entra por el arco.

Plano 4] GRIETAS PARED INTERIOR (cara oeste)

 Fisura

- 1) Pared recubierta con madera. No se ve si hay grietas en la pared.

Plano 5.1 y Plano 5.2] GRIETAS CARA NORTE INTERIOR

 Grieta  Testigo


- 1) Grieta que envuelve el testigo.
- 2) Testigo no roto.
- 3) Tabique.

Plano 6] GRIETAS CARA NORTE EXTERIOR

 Grieta


- 1) Construidos con diferentes tipos de ladrillo.
- 2) Arco.

Plano 7] GRIETAS CARA ESTE EXTERIOR

 Grieta  Fisura

- 1) Grietas tapadas con mortero.

Plano 8] GRIETAS CARA SUR INTERIOR

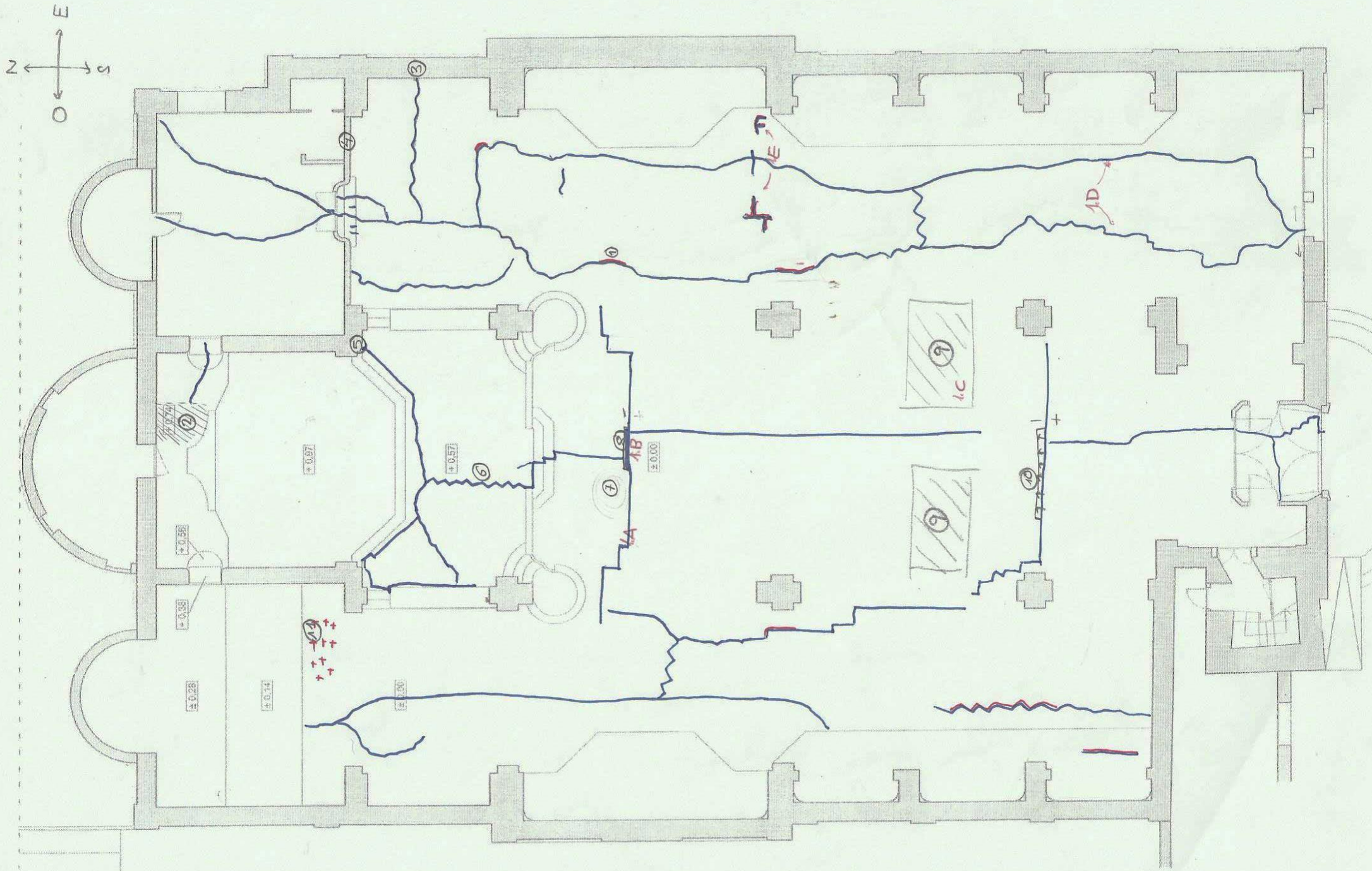
 Grieta  Fisura

- 1) Humedades.
- 2) Grietas que se corresponden con las del suelo.

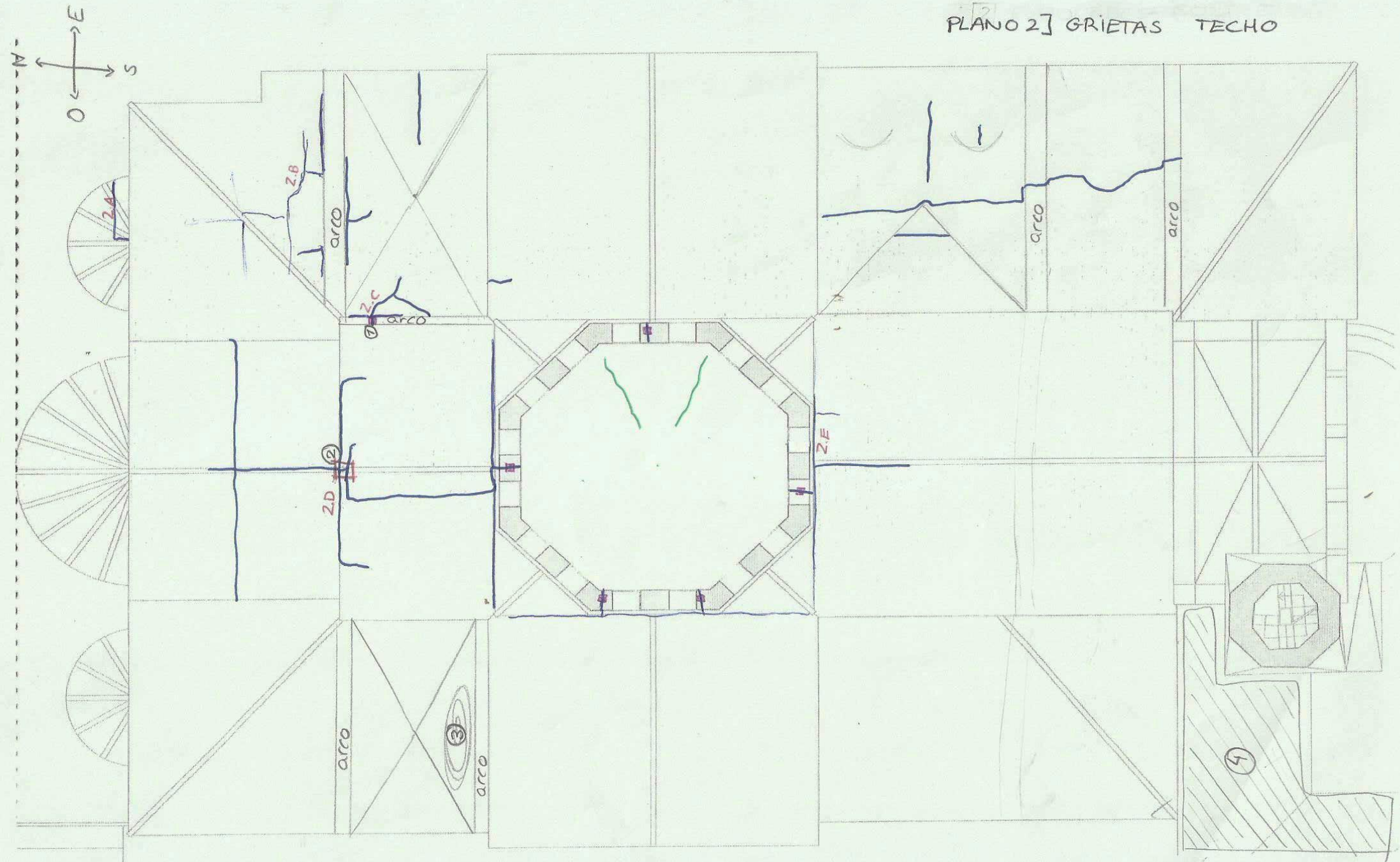
Plano 9] GRIETAS CARA SUR EXTERIOR

 Grieta

- 1) Grietas que se corresponden con las de la zona interior.



PLANO 2] GRIETAS TECHO



PLANTA COBERTA

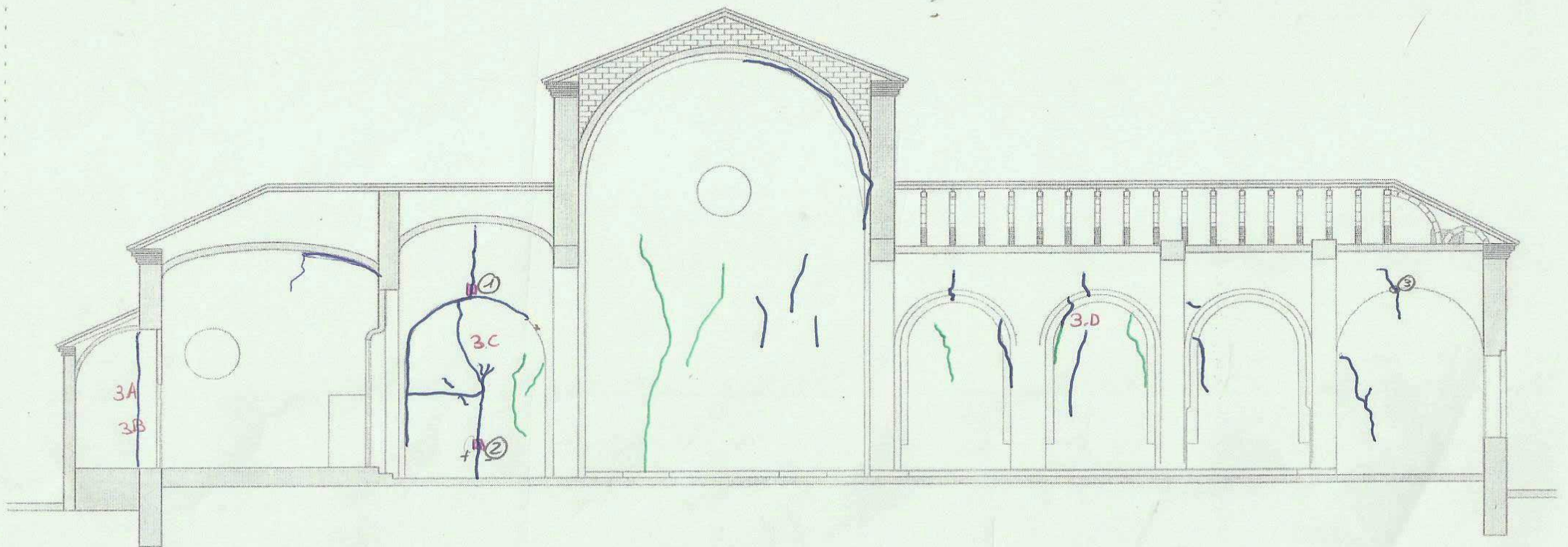
E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

(PAT. 03)

PLANO 3] GRIETAS PARED INTERIOR
(cara este)
[sección A-A']



SECCIÓ LONGITUDINAL 2

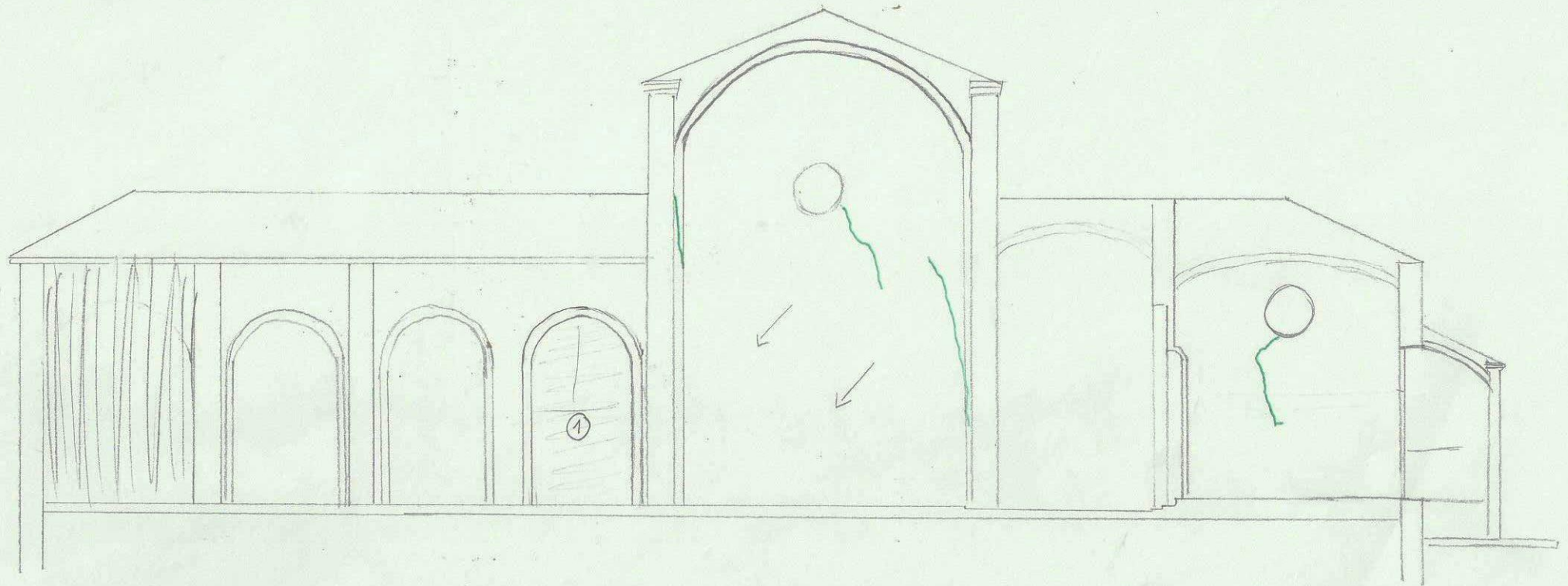
E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

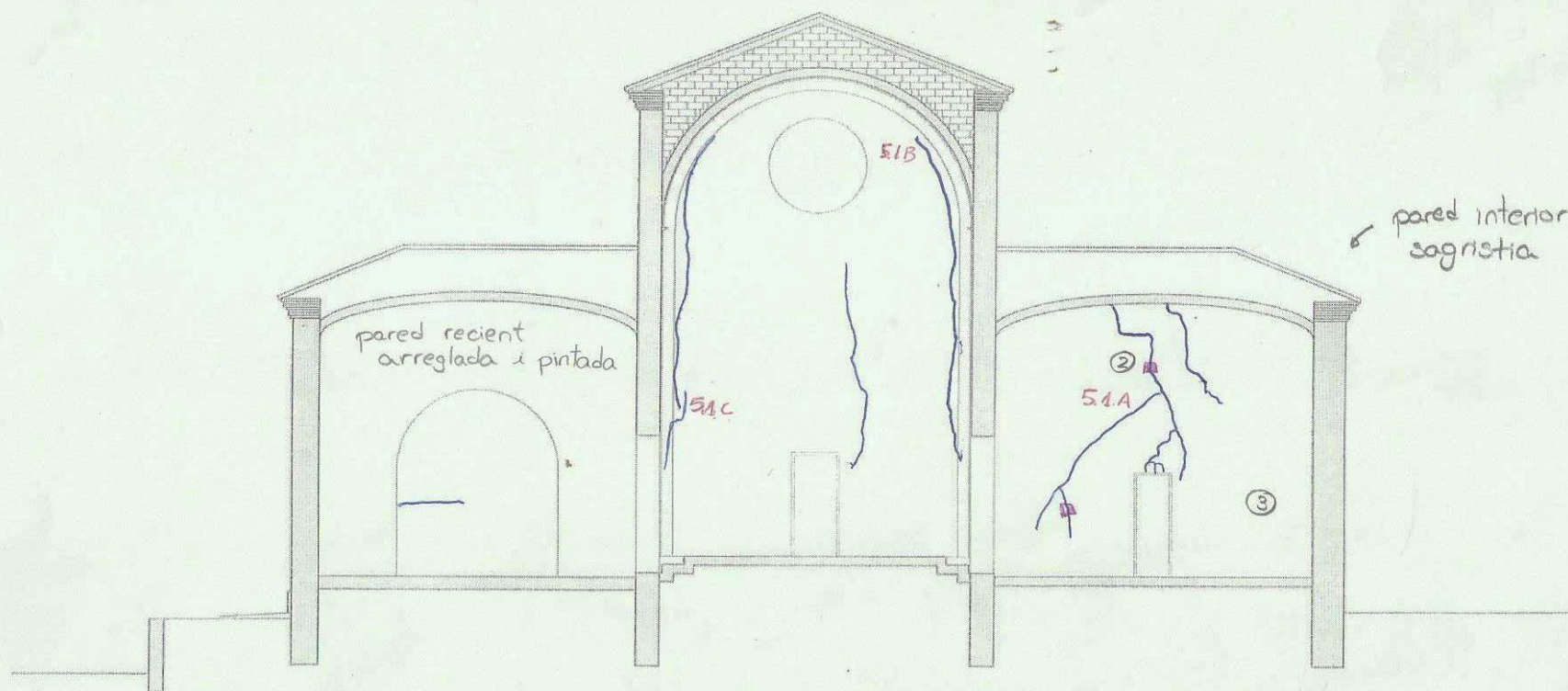
(PAT. 04)

PLANO 4] GRIETAS PARED INTERIOR
(cara oeste)
[sección B-B']

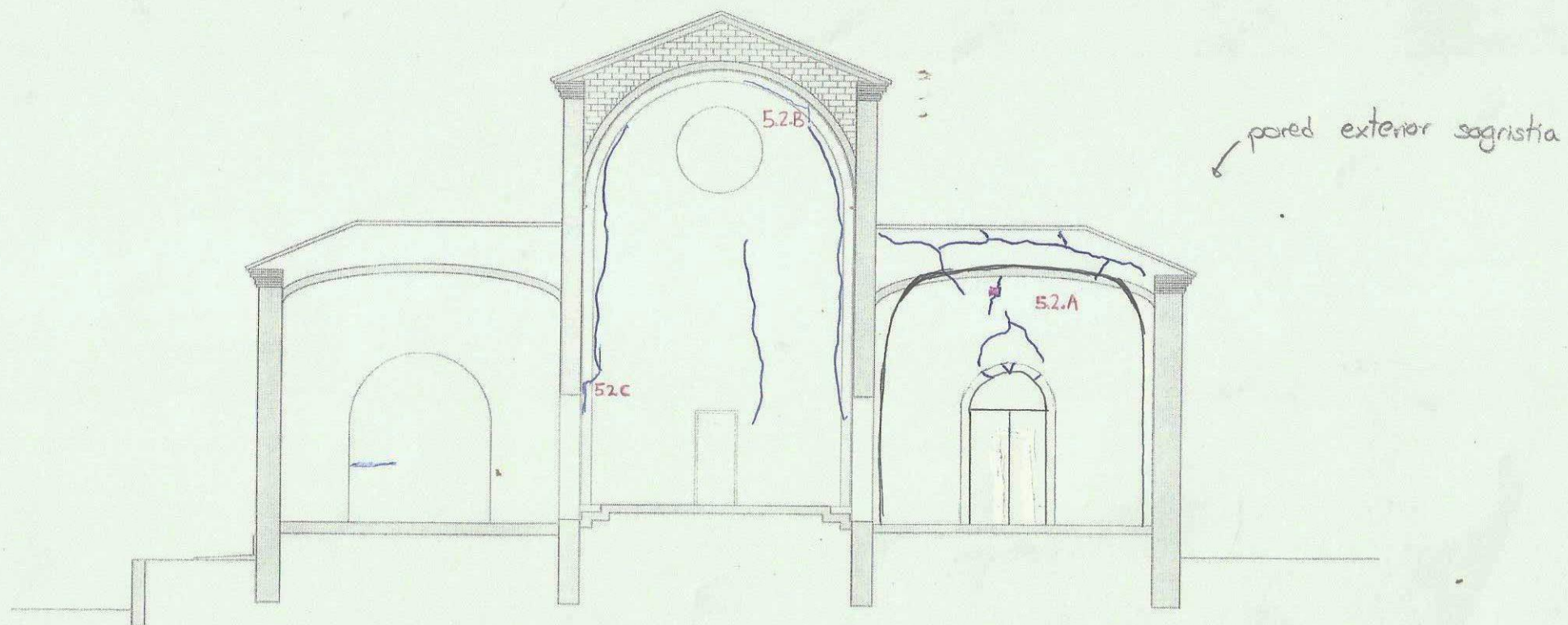


PLANO 5.1] GRIETAS CARA NORTE INTERIOR
(sección C-C')

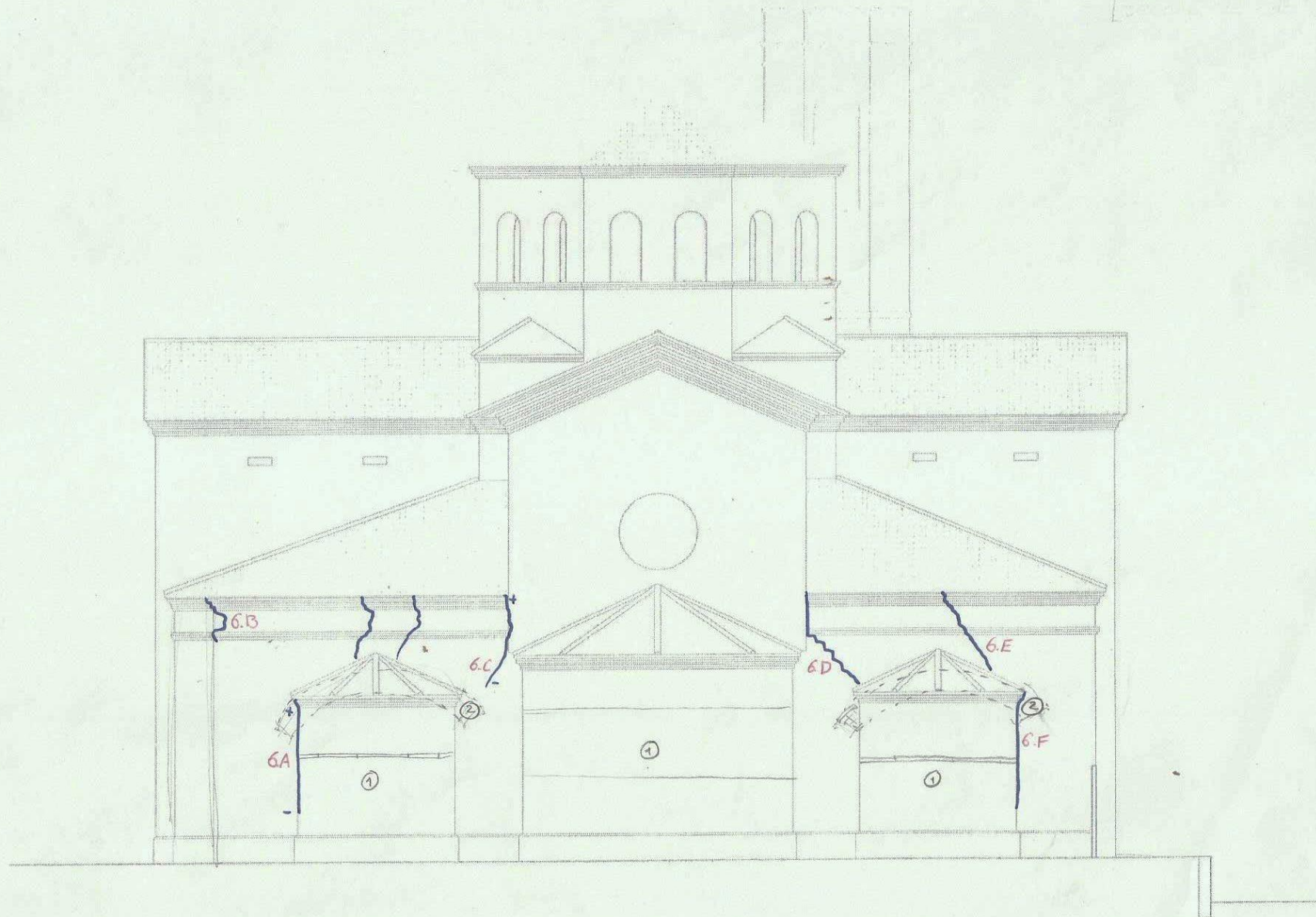
[Sección C-C']



PLANO 5.2] GRIETAS CARA NORTE INTERIOR
[sección D-D']



PLANO 6] GRIETAS CADA NORTE EXTERIOR
[sección E-E']



ALÇAT 3

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Al·locament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

PLANO 7] GRIETAS CARA ESTE EXTERIOR
[secció F-F']



← = * = * = *

mal dibuixat

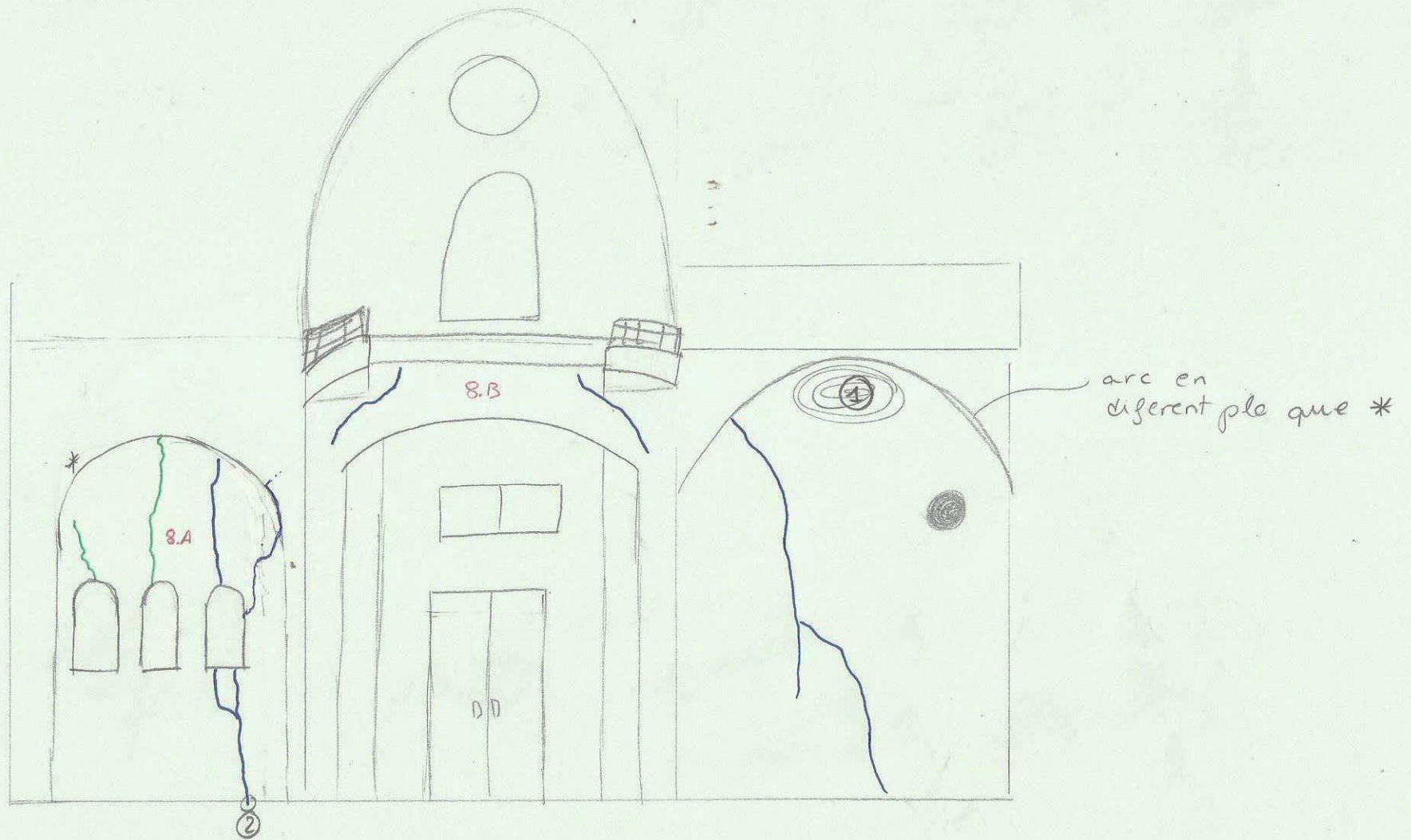
ALÇAT 2

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Deps
Al·leccament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

PLANO 8] GRIETAS CARA SUR INTERIOR
(entrada)
[sección G-G']

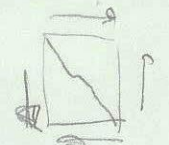


PLANO 9] GRIETAS CARA SUR EXTERIOR
(entrada)

[sección H-H']



esquerdas
de la cara
interior.
(referencia [8])

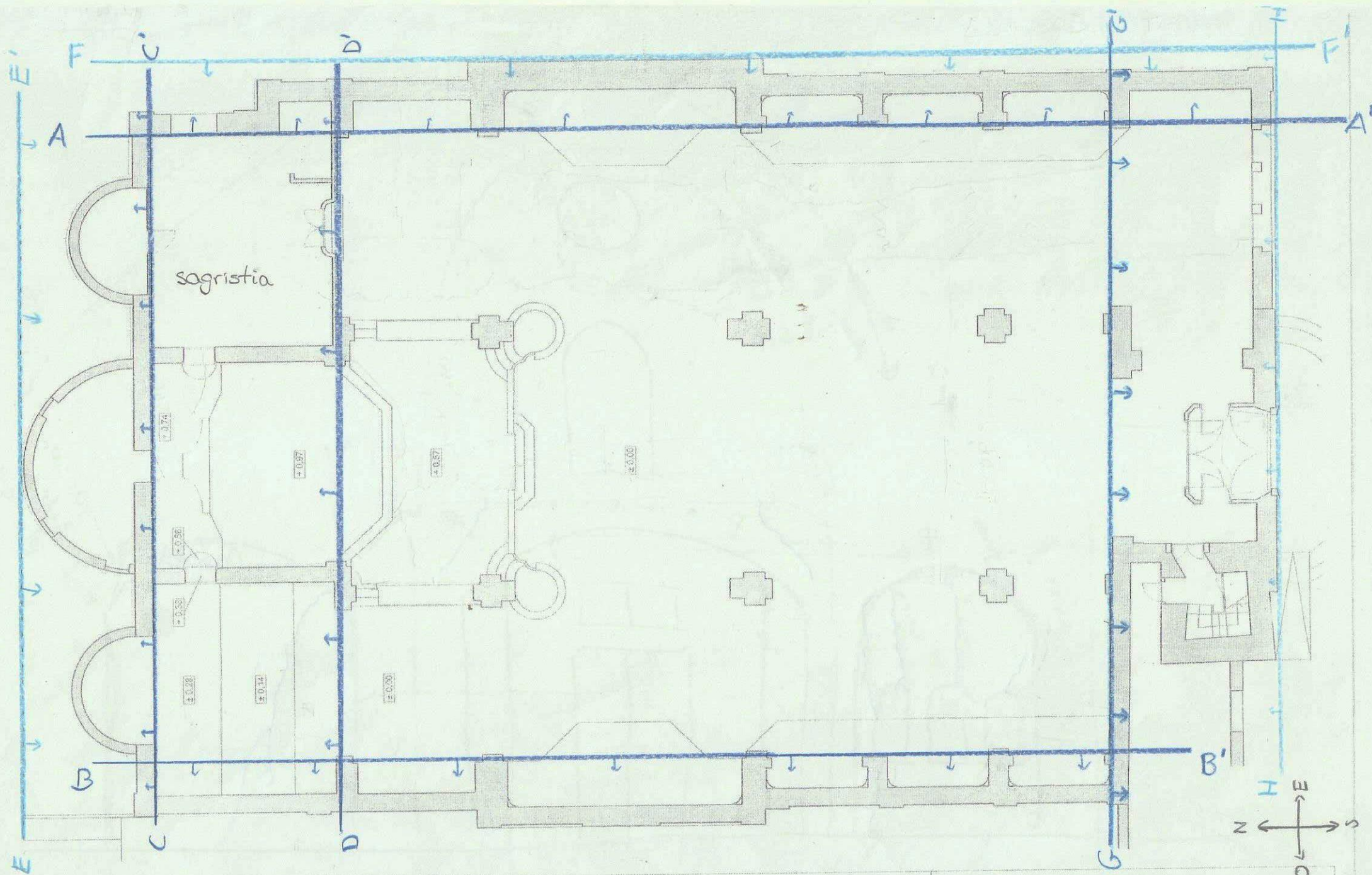


ALÇAT 1

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011



PLANTA

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església. 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

PLANO DE SECCIONES

Perfiles interiores

Perfiles exteriores

ANEXO 2

Cálculo de la fuerza ejercida por la Iglesia al terreno y esquema del reparto de dichas fuerzas

Para analizar qué fuerza ejerce la construcción sobre el terreno, se ha dividido la Iglesia en varias partes y se ha ido calculando el peso que dichas partes ejercen al terreno. Dado que la Iglesia está construida con diferentes materiales apreciados a simple vista (ladrillo, piedra, mortero...) para calcular el peso que los muros de carga, pilares y cubierta ejercen al terreno se les ha otorgado una densidad media de 18kN/m². En el presente anexo se adjunta la hoja de cálculo, los esquemas en el que se detallan cómo se ha subdividido la Iglesia y el esquema en planta de las tensiones transmitidas por la Iglesia al terreno con un diagrama de colores en el que el verde representa que la tensión real transmitida no supera la tensión admisible del terreno y el rojo que sí se supera.

En la siguiente tabla mostramos el cálculo estimado de la tensión transmitida de los muros y pilares al terreno.

Tramo	Superficie tramo zapata (m2)	Longitud tramo zapata	sup/log =ancho	ancho zapata (m)	superficie zapata aislada	Altura tramo (m)	Peso específico (kN/m3)	Peso (KN)	Kg	TENSIÓN (kg/cm2)
1	3,79	7,40	0,51	2,50		15	18	1023,30	102330	0,55
2	1,796	4,70	0,38	2,50		10	18	323,28	32328	0,28
3	2,35	8,80	0,27	2,50		5	18	211,50	21150	0,10
4	4,94	7,50	0,66	2,50		5,5	18	489,06	48906	0,26
5	5,45	6,20	0,88	2,50		8,5	18	833,85	83385	0,54
6	3,78	7,70	0,49	2,50		6	18	408,24	40824	0,21
7,1	0,925	2,60	0,36	2,50		6	18	99,90	9990	0,15
7,2	2,305	5,60	0,41	2,50		8	18	331,92	33192	0,24
7,3	1,18	2,70	0,44	2,50		6	18	127,44	12744	0,19
8	3,38	6,70	0,50	2,50		6	18	365,04	36504	0,22
9	5,45	6,20	0,88	2,50		8,5	18	833,85	83385	0,54
10	6,95	13,50	0,51	2,50		5,5	18	688,05	68805	0,20
P-11	0,74				6,25	8	18	106,56	10656	0,17
P-12	0,41				6,25	8	18	59,04	5904	0,09
P-13	0,49				6,25	12	18	105,84	10584	0,17
P-14	0,46				6,25	12	18	99,36	9936	0,16
P-15	1,3	3,50	0,37	2,50		8	18	187,20	18720	0,21
P-16	0,41				6,25	8	18	59,04	5904	0,09
P-17	0,49				6,25	12	18	105,84	10584	0,17
P-18	0,46				6,25	12	18	99,36	9936	0,16
P-19	1,3	3,50	0,37	2,50		8	18	187,20	18720	0,21
A-20	0,76	3,90	0,19	2,50		3	18	41,04	4104	0,04
A-21	1,18	7,10	0,17	2,50		4	18	84,96	8496	0,05
A-22	0,76	3,90	0,19	2,50		3	18	41,04	4104	0,04

En las siguientes tablas, se muestra el cálculo del peso ejercido por la cubierta a los pilares y muros.

Zona cubierta	Superficie (m2)	Espesor cubierta (m)	Peso específico (kN/m3)	Peso (KN)	1	2	3	4	5	6	7,1	7,2	7,3	8
T-1	17,25	0,4	18	124,20	93,15									
T-2	14,78	0,4	18	106,42	53,21									
T-3	28,03	0,4	18	201,82	100,91									
T-4	32,47	0,4	18	233,78	116,89									
T-5	17,31	0,4	18	124,63	62,32									
T-6	23,18	0,4	18	166,90	66,76 33,38									
T-7	14,99	0,4	18	107,93	53,96									
T-8	14,65	0,4	18	105,48										
T-9	25,5	0,4	18	183,60										
T-10	30,35	0,4	18	218,52										
T-11	17,25	0,4	18	124,20										
T-12	21,99	0,4	18	158,33	39,58									
T-13	10,08	0,4	18	72,58										
T-14	22,46	0,4	18	161,71										
T-15	26,36	0,4	18	189,79										
T-16	13,44	0,4	18	96,77	48,38									
T-17	22,25	0,4	18	160,20	32,04 64,08									
T-18	6,45	0,4	18	46,44	46,44									
T-19	2,84	0,4	18	20,45										
T-20	8,23	0,4	18	59,26										
T-21	2,84	0,4	18	20,45										

PESO														
TOTAL	46,44	53,96	93,15	154,12	116,89	129,07	33,38	39,58	32,04	112,46				
TENSIÓN (kg/cm2)	0,12	0,30	0,40	0,31	0,21	0,34	0,36	0,17	0,27	0,33				
Kg	4644,00	5396,40	9315,00	15411,60	11689,20	12907,44	3337,92	3958,20	3204,00	11246,40				

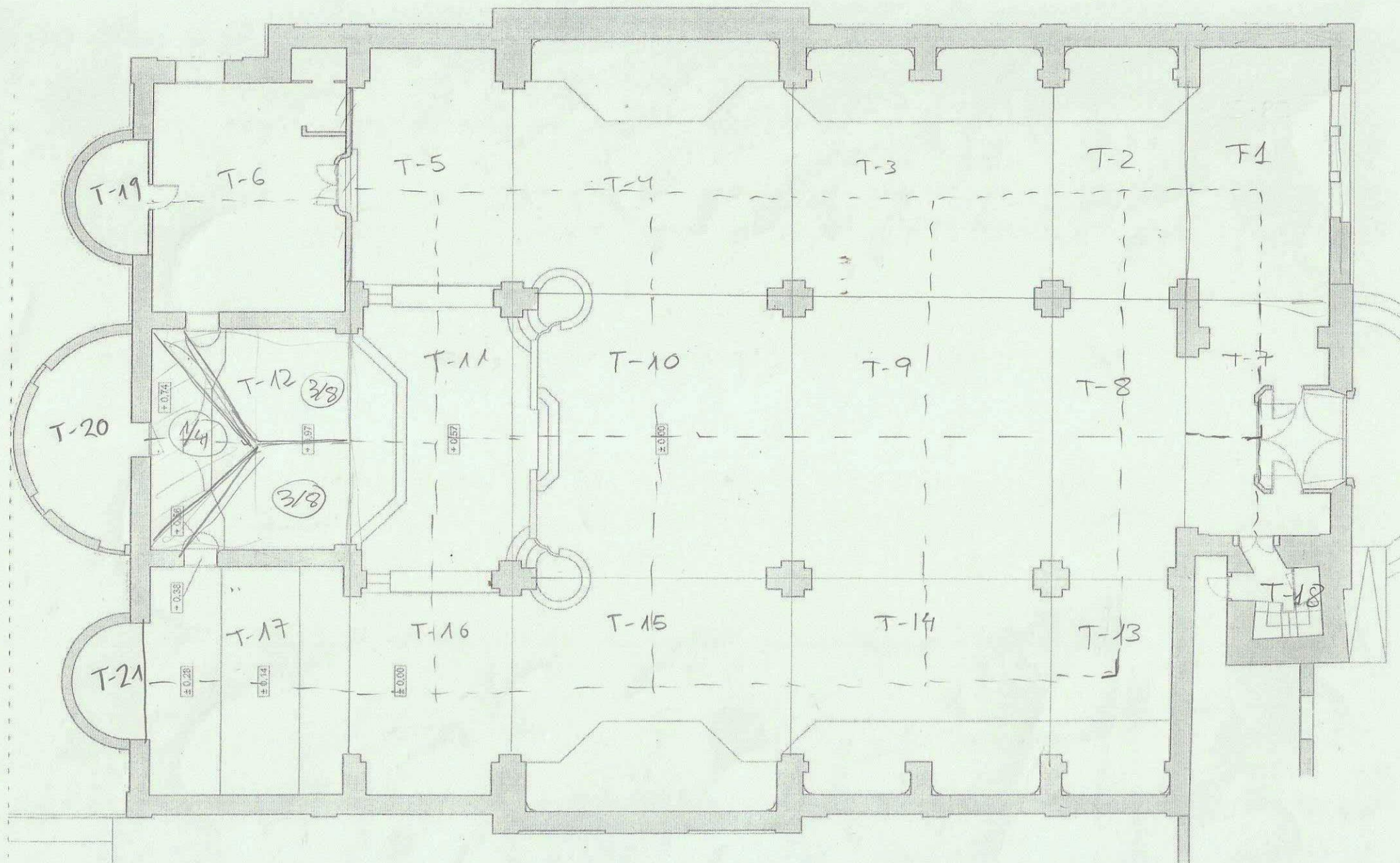
Zona cubierta	9	10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17	P-18	P-19	A-20	A-21	A-22	
T-1	94,90	26,98	31,05	26,60	50,45	58,45	31,16	31,16	66,76	26,37	45,90	54,63	31,05	31,05	59,37
T-2			26,60												
T-3			50,45												
T-4			58,45												
T-5			31,16												
T-6			31,16												
T-7			26,98												
T-8			26,37												
T-9			45,90												
T-10			54,63												
T-11			31,05												
T-12			31,05												
T-13			59,37												
T-14			18,14												
T-15			40,43												
T-16			47,45												
T-17			47,45												
T-18			24,19												
T-19			24,19												
T-20			64,08												
T-21			20,45												
T-22	59,26														
T-23	20,45														
PESO															
TOTAL	94,90	188,64	111,01	149,33	209,43	175,28	188,34	130,84	188,41	157,32	178,70	20,45	59,26	20,45	
TENSIÓN															
(kg/cm2)	0,17	0,27	1,50	3,64	4,27	3,81	1,45	3,19	3,85	3,42	1,37	0,27	0,50	0,27	
Kg	9489,60	18864,00	11100,60	14932,80	20943,00	17528,40	18833,94	13084,20	18840,60	15732,00	17869,50	2044,80	5925,60	2044,80	

En la siguiente tabla mostramos la tensión total que recibe el terreno y comprobamos si superamos la tensión admisible de la capa A (tensión admisible zapata aislada: 1,1kg/cm²; tensión admisible zapata corrida: 0,8kg/cm²) y de la capa B (tensión admisible zapata aislada: 1,9kg/cm²; tensión admisible zapata corrida: 1,4kg/cm²). Dicha capa es la de menor resistencia según los informes geotécnicos. Se observa que en todos los tramos se supera dicha tensión.

TRAMO	Tensión peso propio muros y pilares	Tensión peso propio cubierta	TENSIÓN TRANSMITIDA (kg/cm ²)	Tipo Zapata	Siendo CAPA A	Siendo CAPA B
1	0,553	0,123	0,676	corrida	ok	ok
2	0,275	0,300	0,576	corrida	ok	ok
3	0,096	0,396	0,493	corrida	ok	ok
4	0,261	0,312	0,573	corrida	ok	ok
5	0,538	0,214	0,752	corrida	ok	ok
6	0,212	0,341	0,554	corrida	ok	ok
7,1	0,154	0,361	0,515	corrida	ok	ok
7,2	0,237	0,172	0,409	corrida	ok	ok
7,3	0,189	0,272	0,460	corrida	ok	ok
8	0,218	0,333	0,551	corrida	ok	ok
9	0,538	0,174	0,712	corrida	ok	ok
10	0,204	0,271	0,475	corrida	ok	ok
P-11	0,170	1,500	1,671	aislada	t.real>t.adm	ok
P-12	0,094	3,642	3,737	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-13	0,169	4,274	4,443	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-14	0,159	3,811	3,969	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-15	0,214	1,449	1,663	corrida	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-16	0,094	3,191	3,286	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-17	0,169	3,845	4,014	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-18	0,159	3,420	3,579	aislada	t.real>t.adm	t.real>t.adm
P-19	0,214	1,375	1,589	corrida	t.real>t.adm	t.real>t.adm
A-20	0,042	0,269	0,311	corrida	ok	ok
A-21	0,048	0,502	0,550	corrida	ok	ok
A-22	0,042	0,269	0,311	corrida	ok	ok

A continuación se adjunta un esquema de la tramificación de la cubierta y del muro perimetral.

PLANO DE REPARTO DE CARGAS DE LA CUBIERTA

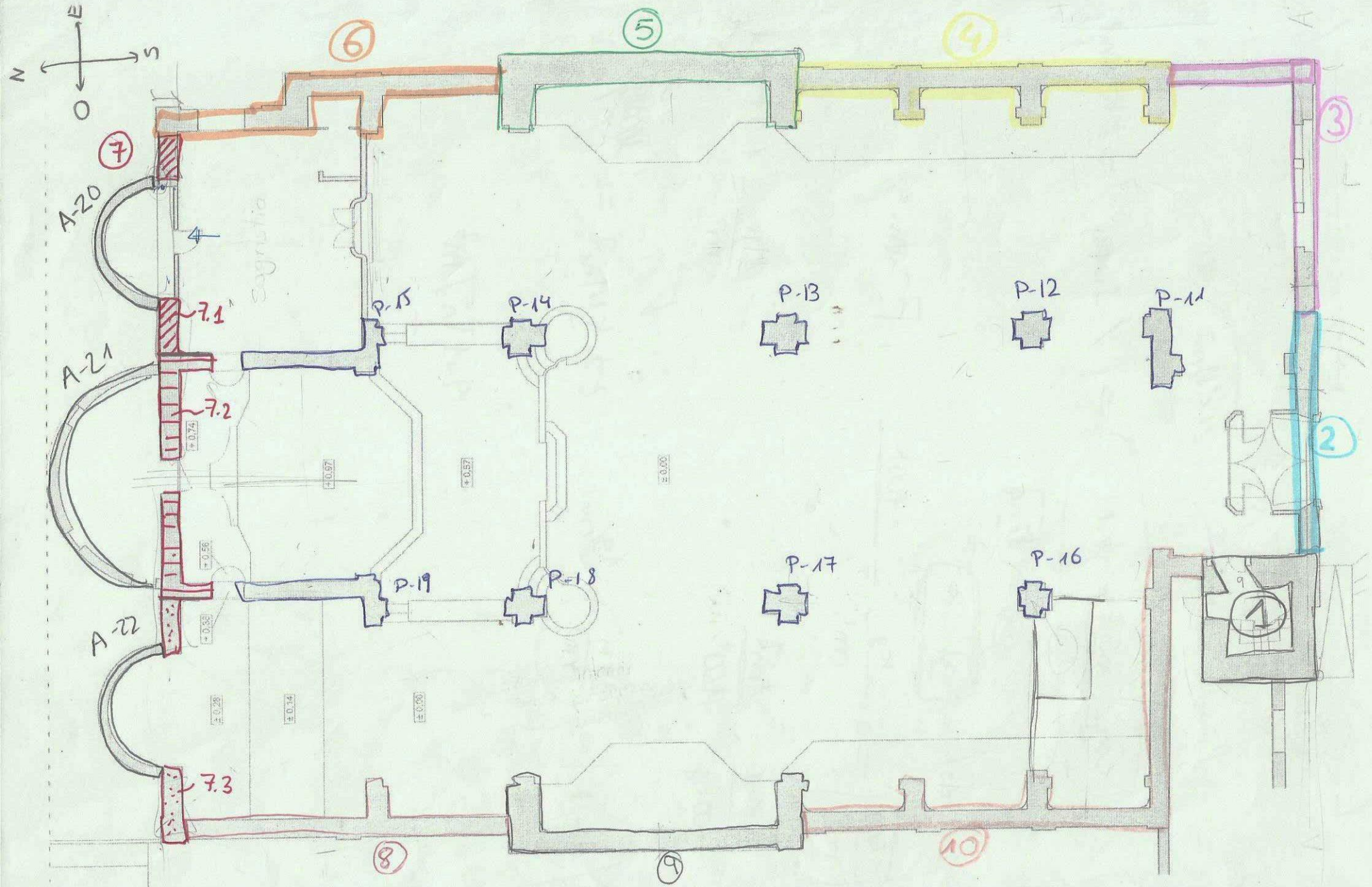


PLANTA

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011



PLANTA

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

PLANO DE TRANIFICACIÓN REALIZADO PARA EL CÁLCULO DEL PESO DE LOS MUROS Y PILARES

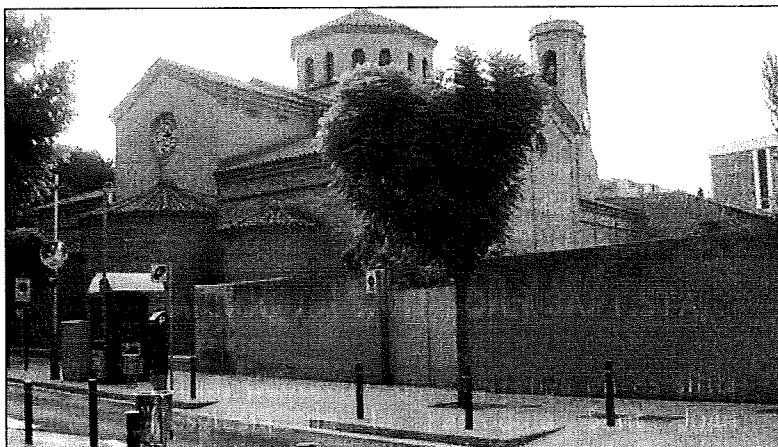
ANEXO 3

Estudio geotécnico del terreno donde se sitúa la Iglesia de la Parroquia de Sant Joan Baptista, en el Municipio de Sant Joan Despí.

PARRÒQUIA SANT JOAN BAPTISTA,

Estudi Geotècnic dels terrenys on es situa
l'Església de la Parròquia Sant Joan
Baptista, del municipi de Sant Joan Despí.

Informe nº: 11623



ÍNDEX

- 1. ANTECEDENTS**
- 2. TREBALLS REALITZATS**
 - 2.1. Sondeigs
 - 2.2. Cales de Reconeixement
 - 2.3. Standard Penetration Test
 - 2.4. Mostres inalterades i representatives
 - 2.4.1. Descripció de les mostres
 - 2.5. Assajos de Laboratori
 - 2.5.1. Descripció i objecte dels assajos de laboratori
 - 2.5.2. Assajos realitzats a l'estudi
- 3. GEOLOGIA**
 - 3.1. Característiques geològiques
 - 3.2. Descripció del solar
 - 3.3. Característiques geotècniques
 - 3.4. Nivell freàtic
- 4. RESUM I CONCLUSIONS**
 - 4.1. Profunditats de fonamentació. Càrregues admissibles
 - 4.2. Assentaments previsibles
 - 4.3. Ripabilitat
 - 4.4. Sismicitat
 - 4.5. Fonamentació de la grua
 - 4.6. Recomanació final

ANNEXES

- Plànol de situació general
- Plànol de situació dels sondeigs
- Treballs de camp
 - Talls estratigràfics
 - Sondeig penetromètric
 - Cales de Reconeixement
- Talls geotècnics
- Resum de laboratori
 - Actes de Laboratori
- Annex fotogràfic

MEMÓRIA TÈCNICA

1. ANTECEDENTS

Per encàrrec de la **PARRÒQUIA SANT JOAN BAPTISTA**, s'ha dut a terme l'exploració i estudi geotècnic dels terrenys on es situa l'Església, del municipi de Sant Joan Despí, amb la finalitat d'investigar les característiques geotècniques i naturalesa del subsòl.

En projecta la rehabilitació de l'església que consta d'una planta de més de 300 m². Segons el Codi Tècnic de l'Edificació, la construcció es classifica com a **C-1**.

Per dur a terme aquesta rehabilitació es realitza un estudi de les patologies existents a l'estructura actual.

Els objectius del present informe són:

- a. Coneixement de la naturalesa, característiques de resistència i compacitat del subsòl a diferents profunditats.
- b. Avaluar les diferents profunditats de fonamentació.
- c. Determinar les càrregues admissibles
- d. Calcular els assentaments previsibles.
- e. Conèixer la profunditat a la que es localitza el nivell freàtic.

Amb aquesta finalitat s'han realitzat un conjunt de treballs i assaigs aplicant les indicacions sobre geotècnia que es contemplen dins del **Document Bàsic SE-C** del Codi Tècnic de l'Edificació durant la segona quinzena del mes de Juliol de 2010.

2. TREBALLS REALITZATS

2.1. SONDEIGS I CALES

S'han realitzat cinc sondeigs, quatre a rotació extralient mostres de cada nivell travessat i un pel mètode de penetració dinàmica, prenent dades de resistència cada 20 cm.

També s'han realitzat dues cales de reconeixement a la façana Sud-oest de l'Església per tal de poder observar la tipologia de fonament existent i el seu encastament.

La sonda utilitzada ha estat una FRASTE MULTIDRILL PL, amb varnillatge de 90 mm de diàmetre. El sondeig penetromètric és del tipus DPSH i s'ha realitzat amb les següents característiques:

Pes de la maça	63,5 Kg
Altura de caiguda	76,2 cm.
Superfície del con	20,0 cm ²
Angle del con	90°
Pes del varnillatge	3,5 Kg/m

Al següent quadre s'indica la cota d'inici de cada sondeig, el mètode de perforació utilitzat i la profunditat assolida en cadascun d'ells.

SONDEIG	Cota Relativa*	Mètode	Profunditat (m)
S-1	0,0 m	Rotació	15,0 m
S-2	0,0 m	Rotació	4,0 m
S-3	-0,2 m	Rotació	12,0 m
S-4	-1,5 m	Rotació	12,0 m
P-1	-0,2 m	Penetració dinàmica	14,0 m
C-1	0,0 m	Cala Reconeixement	---
C-2	0,0 m	Cala Reconeixement	---
TOTAL			45,0 m

*Rasant del paviment.

Els sondeigs i la presa de mostres "in situ", han estat realitzats per l'Empresa del nostre grup: **CENTRO GENERAL DE SONDEOS, S.L.**, acreditada per *La Direcció General d'Arquitectura i Urbanisme de la Generalitat de Catalunya*, en l'àmbit de sondejos, presa de mostres i assajos "in situ" per a reconeixements geotècnics amb codi de identificació nº 06140.GTC06(B).

2.2. STANDART PENETRATION TEST

S'han efectuat 12 assaigs Standard de penetració (Standard Penetration Test) en les diverses capes que s'han travessat. L'assaig s'ha realitzat amb penetròmetre extractor de mostres bipartit de 2" de diàmetre segons les normes següents:

- Pes de la maça de penetració: 63,5 Kg
- Alçada de la caiguda: 76,2 cm
- Interval de penetració: 30,5 cm

2.3. MOSTRES INALTERADES I REPRESENTATIVES

En els sondeigs es prenen mostres dels diferents nivells travessats. La presa de mostres es realitza amb els estris de l'extracció de mostres inalterades o de l'assaig estàndard de Penetració, o bé dels materials extrets directament mitjançant l'enfilall de perforació.

Seguint la nomenclatura que indica l'apartat 3.4.2. Presa de Mostres del **Documents Bàsic SE-C**, les mostres són del tipus.

Tipus de mostra	Denominació	Mètode d'extracció	Característiques
A	Inalterada (I)	Tub de presa de mostres de paret gruixuda de 5,9 cm de diàmetre	Manté inalterades les propietats d'estructura, densitat, humitat, granulometria, plasticitat i components químics del terreny en el seu estat natural.
	Parafinada	Amb bateria	
B	Representativa (S)	Tub de presa de mostres bipartit de l'assaig SPT	Manté inalterada la humitat del terreny en el seu estat natural
C	Ripis (R)	Mitjançant l'ascensió de l'enfilall de perforació	Mostra la naturalesa del terreny

Cada grau comprèn les característiques del tipus de mostra posterior. El nombre i tipus de mostres que obtenim depenen del tipus de campanya de reconeixement (en funció de l'objectiu de l'estudi) i de les exigències del terreny.

En el nostre cas s'ha pres una mostra inalterada i tres mostres representatives que corresponen als assaigs tipus (A) i (B) respectivament. Les mostres han estat portades directament al laboratori en un termini màxim de 24 hores després de realitzar l'estudi de camp, per tal que siguin emmagatzemades i conservades, fins el moment de realitzar els assajos, segons Norma UNE 103100/95. Al laboratori han estat seleccionades per la realització dels assaigs.

Les mostres assajades corresponen als sondeigs i profunditats següents:

SONDEIG	PROFUNDITAT	MOSTRA	TIPUS
S-1	2,2 m	m-1	A
S-1	8,0 m	m-2	B
S-3	4,5 m	m-3	B
S-3	10,5 m	m-4	B

Els assajos de laboratori s'han dut a terme a **TERRES**, *Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.*, acreditat per la *Direcció General d'Arquitectura i Urbanisme de la Generalitat de Catalunya*.

2.3.1. DESCRIPCIÓ DE LES MOSTRES

Totes les mostres emmagatzemades al laboratori són revisades per un geòleg, amb la finalitat de completar la informació recollida al camp i programar la campanya d'assajos de laboratori. Les mostres s'inclouen dins el tall estratigràfic del sondeig.

2.4. ASSAJOS DE LABORATORI

Un cop s'han reconegut les mostres es realitzen els talls geològics previs del terreny i segons aquests es programa una sèrie d'assajos en funció dels diferents nivells travessats, dels objectius de l'estudi i exigències del material.

Amb els assajos del laboratori es vol, principalment, conèixer les característiques físiques dels materials i poder agrupar-los segons el seu comportament. També s'examinen les característiques químiques dels sòls en cas que es tinguin indicis que aquests puguin ser agressius o experimentar canvis volumètrics.

Els assajos mecànics es realitzen amb la finalitat de conèixer els valors més característics de resistència i així poder determinar els paràmetres fonamentals que intervenen a les conclusions de la memòria. Tot el conjunt de dades obtingudes al laboratori ajuden a definir les formes més idònies de fonamentació.

En línies generals, es distingeixen els següents grups d'assajos:

- Estat natural (humitat i densitat).
- Identificació (Granulometria, límits d'Atterberg, pes específic relatiu,...).
- Químics (contingut en matèria orgànica, sulfats solubles, carbonats, pH,...).
- Mecànics de resistència (compressió simple, tall directe, triaxial, etc...).
- Mecànics de deformabilitat (edòmetre, expansivitat Lambe, pressió d'inflament, inflament lliure, ...).

2.4.1. DESCRIPCIÓ I OBJECTE DELS ASSAJOS DE LABORATORI.

Anàlisi granulomètrica per tamissatge (UNE 103101/95)

Determina les diferents mides de les partícules que formen el sòl i s'expressa en tant per cent que passa pels diferents tamisos utilitzats, fins el tamís UNE 0,08. Si interessessin les mides inferiors, s'hauria de completar amb el procediment de granulometria per sedimentació (UNE 103102).

Límits d'Atterberg (límit líquid UNE 103103/94 i límit plàstic UNE 103104/93)

Determinen la plasticitat i consistència del sòl fins a certs límits sense trencar-se i mitjançant aquests es pot aproximar el comportament del sòl en diferents èpoques. També ens indica el grau de compressibilitat del sòl. És un assaig bàsic per classificar el sòl. En cas de no poder determinar els límits es diu que el sòl és "no plàstic" (NP).

Sulfats solubles en sòls (UNE 103201/96)

Aquest assaig té com a finalitat comprovar l'existència de sulfats solubles al sòl. Donat que només s'analitza la presència o absència de sulfats es denomina assaig qualitatiu. En el cas de que s'obtingués un resultat positiu, es realitzaria un assaig quantitatiu, per determinar la quantitat de sulfats solubles que conté el sòl.

2.4.2. ASSAJOS REALITZATS A L'ESTUDI

El tipus, Norma i número d'assajos realitzats es descriu al següent quadre:

GRUP D'ASSAJOS	ASSAIG	NORMA	Nº d'assajos
Estat natural	Humitat	UNE 103300/93	1
	Densitat	UNE 103301/94	1
Identificació	Passa tamís UNE 0,08	UNE 103101/95	4
	Límits d'Atterberg	UNE 103103/94 - 130104/94	4
Químics	Sulfats solubles	UNE 103201/96	4
	pH del sol	-----	4

Per classificar els sòls s'han utilitzat els sistemes USCS (*Casagrande* modificat), el donat per l'*American Highway Research Board* i l'índex de grup.

3. GEOLOGIA

3.1. CARACTERÍSTIQUES GEOLÒGIQUES

El solar estudiat es troba situat a la unitat morfològica denominada Pla de Barcelona, pròxim a la zona del Delta del Riu Llobregat ha deixat a la seva desembocadura.

Aquesta unitat, formada per materials quaternaris, limita al Nord i Norest amb el massís del Tibidabo, al Sud amb el Delta del riu Llobregat, a l'Est amb el Mar i al Norest amb el Delta del riu Besòs.

Els materials quaternaris del Pla de Barcelona, estan constituïts pel denominat "tricle". Es tracta de la repetició per tres vegades del cicle: carbonat-llims-argiles (de dalt a baix).

El carbonat es una concentració de nivells de carbonat deguda a l'evaporació de l'aigua d'antics sòls. El gruix mitjà dels nivells és de 10 a 40 cm encara que pot arribar als 2 metres en zones puntuals.

Els llims són de color beige a bru, contenen nòduls de tortorà, són en general poc plàstics i estan poc consolidats. Les argiles són de color roig, producte de sòls residuals, i tenen una plasticitat mitja.

En la franja al peu de Collserola, els materials del Quaternari contenen abundants graves i sorres de quars i materials metamòrfics.

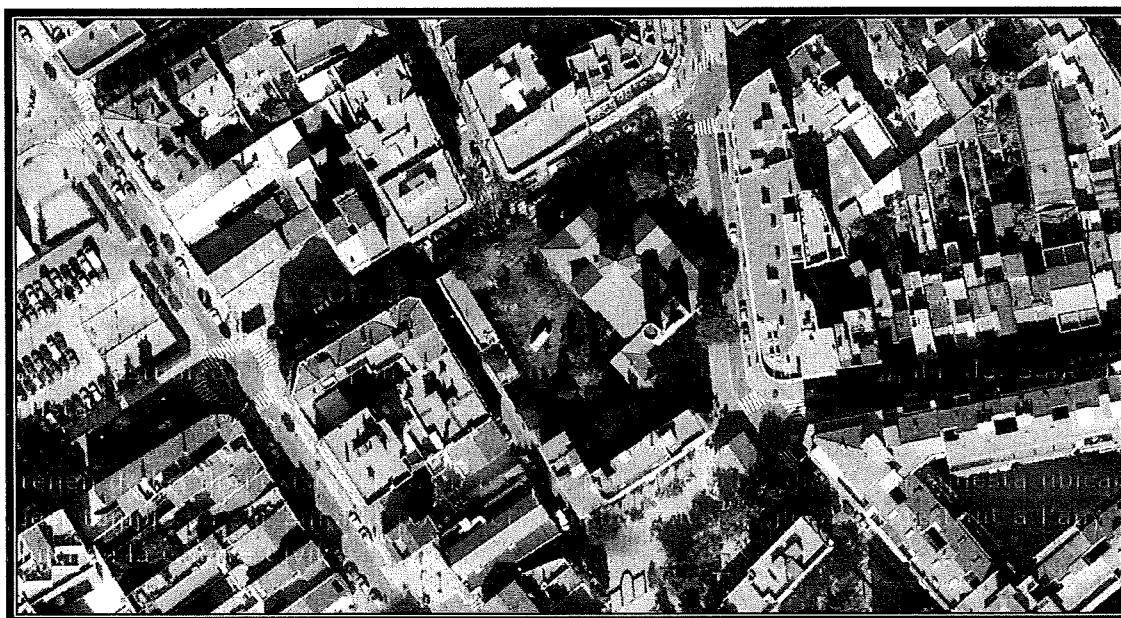
Superficialment algunes rieres han deixat formacions al·luvials de sorres i llims poc consolidats, de gruix no superior a 10 metres, que tenen una gran importància des del punt de vista geotècnic.

3.2. DESCRIPCIÓ DEL SOLAR

La zona estudiada correspon al terreny on es situa la Parròquia de Sant Joan Baptista.

Es tenen dades de l'existència d'un temple romànic del segle XI en aquesta ubicació. Aquest temple va ser ampliat posteriorment durant el segle XVI i destruït a l'any 36, a l'inici de la Guerra Civil.

La parròquia actual s'emplaça sobre els fonaments de les antigues construccions. De l'antiga estructura queden pocs vestigis dels que destaca el campanar.



La zona ha anat canviant molt al llarg del temps. Actualment l'Església queda limitada per carrers al seu extrem Nord i Est, i per antics camps de conreu pel seu límit Oest aquesta última zona queda de l'ordre de 1,2 metres per sota la rasant dels carrers i 1,5 metres per sota de la rasant del paviment de l'interior de l'edifici.

La situació dels sondeigs s'indica al plànol adjunt.

3.3. CARACTERÍSTIQUES GEOTÈCNIQUES

En els sondeigs realitzats distingim els següents nivells geotècnics:

CAPA R:

Aquesta capa es localitza en superfície i correspon a un nivell format per antics sòls vegetals entre els que s'hi barregen restes de runa.

Degut a la història de l'edifici, aquesta capa té un gruix important d'entre 3,2 i 5,1 metres. Està formada per llims sorrencs de color marró, amb restes d'arrels i abundants restes de runa que s'acumulen en nivells que s'intercalen entre els llims sorrencs.

La composició i gruix d'aquesta capa es pot explicar degut a llarga activitat humana existent en aquest sector que data com a mínim des del segle XI. El nou edifici es construeix sobre els fonaments de l'anterior.

Cal destacar que al sondeig S-2, fet a l'interior de l'església, s'han trobat blocs de roca calcària entre 3 i 4 metres de profunditat, que es poden atribuir als fonaments de l'edifici original.

Les restes d'arrels s'acumulen als nivells llimosos, on la presència de runa és més escassa. Aquests nivells de llims són conseqüència de les inundacions que afectaven aquest sector antigament.

En conjunt és una capa natural heterogènia poc compactada i de resistència heterogènia. Als assaigs de SPT s'obtenen valors de 6 a 13, amb valors de rebuig ($N > 100$) a les zones amb presència de graves o blocs de pedra.

D'aquests materials s'ha pres una mostra dels nivells llimosos de color marró amb els següents resultats:

Característiques Geotècniques		
Mostres assajades:		m-1
Composició:		Llims sorrencs
Classificació sols segons U.S.C.S. / H.R.B.		ML i A-4
Límits Atterberg	Límit líquid	23,7
	Límit plàstic	20,6
	Index plasticitat (I_p)	3,1
Granulometria	Fins ($\phi \leq 0,08$ mm)	75,6 %
Relacions volumètriques	Humitat (W_n)	13,0 %
	Densitat aparent	1,94 g/cm ³
	Densitat seca	1,72 g/cm ³
Agressivitat del sòl	pH de la suspensió	7,8
	Contingut en sulfats	822 mg/Kg *
	Resultat	Indicis

* Tot i que s'ha detectat un contingut en sulfats elevat, aquest sòl es pot considerar no agressiu ja que no supera el límit establert per la Normativa que és de 2000 mg/kg.

CAPA A:

Es situa per sota de les terres de replè (capa R) i correspon a un conjunt de sorra llimosa i llims sorrencs, de color marró.

La fracció granular està formada per sorra de gra fi a mitjà, que s'organitza en nivells lenticulars.

D'aquesta capa s'ha comprovat un gruix de 6 a 7 metres.

Correspon a un nivell principalment cohesiu, amb un comportament no plàstic i de baixa resistència. Als assaigs SPT s'obtenen valors homogenis de 8 a 12, que equivalen a valors de 6 a 11 a l'assaig de penetració.

D'aquest nivell s'han assajat dues mostres amb els següents resultats:

Característiques Geotècniques		
Mostres assajades:		<i>m-2 i m-3</i>
Composició:		<i>Llims sorrencs</i>
Classificació sols segons U.S.C.S. / H.R.B.		<i>ML i A-4</i>
Límits Atterberg	Límit líquid	---
	Límit plàstic	---
	Index plasticitat (I_p)	<i>No Plàstics</i>
Granulometria	Fins ($\Phi \leq 0,08$ mm)	<i>85,8 - 92,1 %</i>
Agressivitat del sòl	pH de la suspensió	<i>7,6 - 7,7</i>
	Contingut en sulfats	<i><597 - 1125 mg/Kg *</i>
	Resultat	<i>Alguns indicis</i>

* Tot i que s'ha detectat un contingut en sulfats elevat, aquest sòl es pot considerar no agressiu ja que no supera el límit establert per la Normativa que és de 2000 mg/kg.

CAPA B:

Es situa per sota dels materials anteriors, a una profunditat 10,5 a 12 metres, respecte la boca dels sondeigs i correspon a un nivell similar a l'anterior però amb una fracció granular més abundant.

En aquesta capa es poden apreciar sorra de gra més groller i graves heteromètriques que es barregen amb una matriu llimosa sorrenca de color marró.

D'aquesta capa s'ha comprovat un gruix superior a 3 metres sense haver arribat a la seva base a cap de les perforacions efectuades.

En conjunt són materials cohesiu-granular, mitjanament empaquetats i de resistència mitja. Als assaigs de SPT s'assoleixen valors de 18 a 25, que equivalen a valors de 19 a 26 a l'assaig de penetració.

D'aquest nivell s'ha assajat una mostra amb els següents resultats:

Característiques Geotècniques		
Mostres assajades:		m-4
Composició:		Llims sorrençs amb graves
Classificació sols segons U.S.C.S. / H.R.B.		ML i A-4
Límits Atterberg	Límit líquid	20,9
	Límit plàstic	17,9
	Index plasticitat (I_p)	3,0
Granulometria	Fins ($\phi \leq 0,08$ mm)	85,1 %
Agressivitat del sòl	pH de la suspensió	7,5
	Contingut en sulfats	< 583 mg/Kg
	Resultat	Alguns indicis

3.4. NIVELL FREÀTIC

En el dia de realització de l'estudi de camp (14-07-10) s'ha trobat el nivell d'aigua a una profunditat de 12,2 metres, respecte la rasant del paviment de l'interior de l'església.

S'ha pres una mostra d'aigua en el sondeig S-4 per realitzar l'analítica. El resultat ha estat el següent:

Paràmetres	Resultats
pH	7,25 μ pH
Magnesi	16 ppm Mg^{2+}
Amoni	0,0 ppm NH_4^{+}
Sulfats	209 ppm SO_4^{2-}
CO ₂ agressiu	0 mg/l
Residu seco	1382 mg/l

Paràmetres	Resultats
Conductivitat a 25°C	2170 $\mu S/cm$
Duresa total	1099 ppm CO_3Ca
Bicarbonats	579 ppm CO_3H^-
Clorurs	543 ppm Cl^-
Calci	415 ppm Ca^{2+}

Segons la "Instrucción de Hormigón Estructural (E H E)" BOE del 13 de Gener de 1999, suplement 11, RIEAL DECRET 2.661/1998 de l'11 de Desembre. L'aigua compleix la condició de l'Article 27 i segons l'Article 37.3.4 no és necessari que el ciment tingui una característica addicional de resistència als sulfats.

Es classifica com **Qa** en la taula d'agressivitat química en front a l'exposició ambiental.

4- RESUM I CONCLUSIONS

4.1. PROFUNDITATS DE FONAMENTACIÓ. CÀRREGUES ADMISIBLES

La pressió admissible en els fonaments ve limitada per dos factors que no tenen una relació determinada entre ells, per tant han de considerar-se separatament:

- Seguretat davant l'enfonsament del fonament per trencament del terreny, que depèn de la resistència d'aquest al trencament per cisalla.
- Seguretat davant de la deformació o assentament excessiu del terreny, que pot perjudicar l'estructura i que depèn, a més de la compressibilitat del terreny, de la profunditat de la zona interessada per la càrrega en funció de l'àrea carregada i de la tolerància de l'estructura als assentaments diferencials.

Per a **sòls cohesius**, les càrregues admissibles venen donades per les formules:

$$Q_{dr} = 3,7 \times Q_u \quad \text{per sabates quadrades}$$

$$Q_d = 2,85 \times Q_u \quad \text{per sabates contínues}$$

$$Q_{do} = 2,85 \times Q_u \times (1 + 0,3 B/L) \quad \text{per sabates rectangulars, amb una amplada } B \text{ i una longitud } L.$$

Les càrregues admissibles es calculen aplicant a les càrregues de trencament un coeficient de seguretat $G_s = 3$.

Per a **sòls granulars**, les càrregues admissibles venen donades per les fórmules:

$$Q_{ad} = N/12 \times S \times [(1 + B)/B]^2 \text{ per } B > 1,25 \text{ m}$$

$$Q_{ad} = N/8 \times S \text{ per } B < 1,25 \text{ m}$$

On:

N = Número de cops del S.P.T.

S = Assentaments màxims en polzades.

B = Ample de la sabata en peus.

Per a calcular la tensió de treball d'una fonamentació directa encastada en el terreny, **Terzaghi** va calcular una fórmula que té en compte el pes de la terra que confina el fonament.

$$Q_h = c N_c + q N_q + 1/2 B N_\gamma \gamma$$

On:

Q_h = càrrega d'enfonsament

Q = sobrecàrrega sobre el nivell de fonamentació = H γ

B = ample de la sabata

C = cohesió del terreny de fonamentació

N_c , N_q y N_γ = factors de capacitat de càrrega que només depenen de Φ .

Es projecta la construcció d'un nou edifici adossat a l'existent.

FONAMENTACIÓ DIRECTA

Aplicant les expressions anteriors s'obté una càrrega admissible per les diferents capes descrites anteriorment:

Capa	Tipus de sòl	Valor de N	Q _{ad} sabata correguda	Q _{ad} Sabata aïllada
R	Replè	---	No Recolzar	No Recolzar
A	Cohesiu	8 - 12	0,8 Kg/cm ²	1,1 Kg/cm ²
B	Cohesiu	18 - 25	1,4 Kg/cm ²	1,9 Kg/cm ²

Aquestes càrregues es refereixen a la ruptura per esforç tallant.

4.2. ASSENTAMENTS PREVISIBLES

Els assentaments es calculen segons la formula:

$$S = Q \times h \times 1/E$$

On:

Q = Sobrepressió mitja aplicada al terreny

h = Gruix de l'estrat compressible

E = Mòdul d'elasticitat

Amb les càrregues anteriors s'assoliran les següents assentaments:

Capa	Tipus de sòl	Valor de N	Q _{ad} max	Assentament (cm)
A	Cohesiu	8 - 15	1,1 Kg/cm ²	2,5 cm
B	Cohesiu	15 - 25	1,9 Kg/cm ²	2,0 cm

4.3. FONAMENTACIÓ PER MICROPILOTS

El Codi Tècnic CTE tracta als micropilots com un cas apart i no normalitza cap formulació específica pel seu càlcul.

Per determinar la càrrega d'aquests elements, el mètode més utilitzat és el **Mètode de Bustamante** (1980).

La càrrega límit per un micropilot a compressió val:

$$Q_L = Q_p + Q_s$$

On:

Q_L és la càrrega límit al cap (sense factor de seguretat FS).

Q_p és la resistència per punta límit.

Q_s és la resistència per fust límit.

Com un factor de seguretat addicional i degut al diàmetre reduït d'aquests elements profunds, la resistència per punta es considera nul·la i s'accepta que els ancoratges treballen només per fust.

La càrrega per fust (Q_s) d'un micropilot es defineix com:

$$Q_s = \sum \pi \cdot D_i \cdot L_i \cdot q_{si}$$

Essent per la capa (i):

D_i = diàmetre mitjà real

L_i = longitud de la capa

q_{si} = resistència unitària per fust.

El coeficient de seguretat proposat per Bustamante és de **2**.

La càrrega límit a tracció valdria $Q_L = Q_s$.

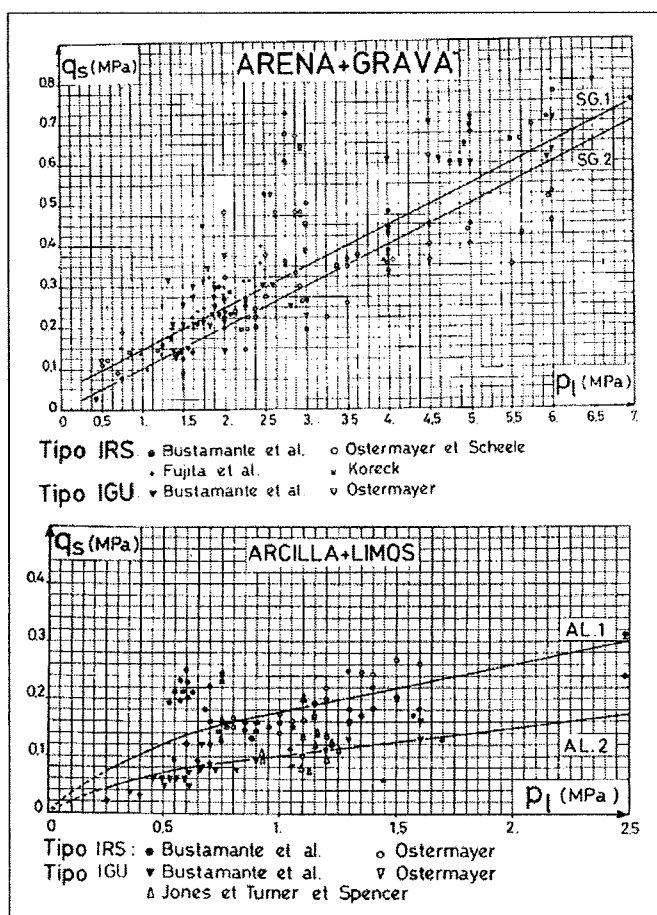
Per determinar la Q_s d'un material s'entra a l'àbac corresponent a partir de la càrrega obtinguda a l'assaig presiomètric (PI en MPa). Aquest assaig no és gens freqüent pel que hi ha una equivalència entre aquests assaigs i el valor de SPT.

Pel cas que ens ocupa:

Capa	Tipus de sòl	Valor de N_{spt}	Q_f IGU (Kg/cm^2)	Q_f IRS (Kg/cm^2)
A	Cohesiú	11	0,44 *	0,77 *
B	Cohesiú-granular	20	0,59 *	1,03 *

* Coeficient de seguretat $FS=2$ ja aplicat.

Àbacs de Bustamante per terrenys granulars i per cohesius:



4.4. RIPABILITAT

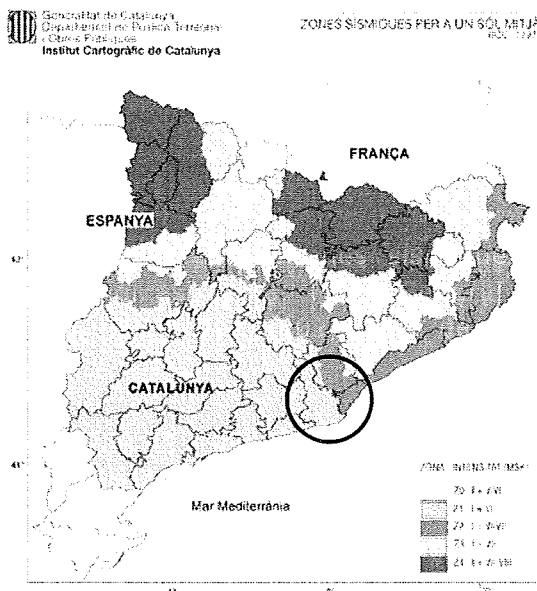
Els materials travessats als sondeigs són excavables amb màquines ordinàries de moviments de terres.

4.5. SISMICITAT

S'han analitzat globalment les característiques sísmiques de la zona, seguint la 'Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)', segons es va establir al real decret 997/2002, de 27 de Setembre (B.O.E. nº 244 de 11 d'Octubre de 2002).

En aquest cas la zona estudiada se troba dins de la 'Zona Sísmica 1' que implica una sismicitat baixa, entre la issosista de grau VI.

Per la localitat de Sant Joan Despí, es considera un valor d'acceleració sísmica bàsica a_b de **0,04g** essent **g** l'acceleració de la gravetat, i un coeficient de contribució **K=1**.



Mapa de l'Institut Cartogràfic de Catalunya de la distribució de les zones sísmiques i les seves intensitats a l'escala macrosísmica internacional (MSK).

L'edifici projectat es classifica com d'importància normal.

La capa R amb un gruix de fins a 5 metres es classifica com a terreny tipus IV. La capa A amb un gruix de 7 metres es classifica com terreny tipus III. La capa B amb un gruix superior a 3 metres, es classifica com a terreny tipus II.

En funció de les característiques del terreny, s'adoptarà un coeficient de tipus de sòl (C) de 1,48; i un coeficient de risc de $p = 1,0$. El coeficient d'amplificació del terreny (S) es calcula de 1,189.

L'acceleració de càlcul (a_c) es calcula a partir de $a_c = S \cdot p \cdot a_b$

En aquest cas obtenim un valor de **$a_c = 0,047 \cdot g$**

4.6. RECOMANACIÓ FINAL

En base als sondejos realitzats i a la interpretació donada entre ells, suposant unes relacions geològiques normals, s'han diferenciat tres capes anomenades R, A i B les característiques geotècniques de les quals es defineixen en el capítol anterior.

La capa **R** correspon a un nivell de terres de replè i antics sols vegetals, amb un gruix de fins a 5 metres. La capa **A** està formada per llims sorrencs de color marró, poc consolidats i de baixa resistència. La capa **B** la formen llims sorrencs amb més presència de sorra i amb l'existència de graves heteromètriques.

Segons el Codi Tècnic de l'Edificació aquest terreny es classifica com **T-3** pel gruix de terres de replè.

Tot i que s'han detectat valors elevats de sulfats tant a la capa R com a la capa A, no s'han trobat sòls que siguin agressius l'enduriment del formigó.

L'objectiu del present estudi és fer una anàlisi en profunditat del terreny on es situa l'església a fi de poder recomanar les solucions de rehabilitació més adequades.

A l'edifici s'han detectat una sèrie de patologies que denoten problemes amb la fonamentació de l'estructura. Aquestes patologies són principalment esquerdes verticals que es concentren sobre tot al sostre dels tres absis. Les esquerdes disminueixen la seva obertura a mesura que baixen pels murs.

- Fonamentació Existent:

S'ha de tenir en compte que en aquesta mateixa ubicació ja es té referència de l'existència d'un temple durant el segle XI. Aquest temple va ser ampliat al segle XVI i el conjunt re-edificat durant els anys 40.

El nou edifici es va construir sobre els fonaments i restes de l'antiga construcció.

Els conseqüents períodes de riuades i inundacions originen l'aport de sediments llimosos que es disposen juntament amb les restes de les successives edificacions.

A partir de la informació obtinguda als sondeigs de l'interior de l'Església podem suposar que els pilars interiors estan recolzats sobre fonaments antics encastats a 4 metres de profunditat, arribant als materials de la capa A.

Amb les cales realitzades es pot confirmar que com a mínim el mur perimetral Sud-oest es recolza sobre una sabata correguda d'uns 2,5 metres d'ample i 50 cm de cantell. Aquest fonament queda encastat al terreny una profunditat de 0,5 metres respecte la rasant del paviment de l'interior de l'edifici, quedant dins dels materials de la capa R.

La heterogeneïtat dels materials d'aquesta capa R i l'abundant presència de restes de runa, fan que el comportament d'aquest estrat sigui força erràtic, amb una deformació important. Al recolzar part dels fonaments sobre aquests materials s'han produït assentaments diferencials que han afectat l'estructura amb la formació d'esquerdes.

Per tal de solucionar la fonamentació insuficient del mur perimetral serà necessari recolzar l'estructura a nivells més profunds.

Aquesta actuació es podria dur a terme per mitjà d'un **recalc** de la fonamentació actual amb un micropilotatge, dimensionat per transmetre al terreny tensions per fust de $0,44 \text{ kg/cm}^2$ pel cas de la capa A i tensions per fust de $0,59 \text{ kg/cm}^2$ pel cas de la capa B.

Per aquesta solució s'ha de tenir en compte que el fonament existent és antic i no presenta armadura. Caldrà construir un sistema o element de transmissió per cosir el fonament existent als micropilots que es podrien realitzar tant per la banda exterior com la interior del mur.

Per calcular les característiques de la construcció dels murs i l'estabilitat dels talussos es prendran els següents paràmetres:

Paràmetres	Capa R	Capa A	Capa B
Cohesió aparent Kg/cm^2	0,10	0,08	0,08
Densitat mitja T/m^3	1,95	1,98	2,01
Angle de fregament intern	25°	27°	28°
Permeabilitat cm/s	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$

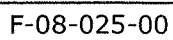
Una vegada efectuada la explanació i/o la obertura de les rases de la fonamentació, és convenient que se'ns comuniqui ràpidament, per poder reconèixer el terreny, com indica que es faci al Nou Codi Tècnic de la Edificació.

Barberà del Vallès, 22 de Novembre de 2010

Teodoro González
Geòleg Col·legiat nº 4897
Director General

Sandra Gual

ANNEXES



ACTA DE RESULTAT D'ASSAIGS

PETICIONARI	
Peticionari	Centre Català de Geotècnia, SL
Direcció	Ptge. Arrahona 4, nau 3 - Pol. Santiga - 08210 Barberà del Vallès
Dades	CIF: B-62488515 Tf: 93 729 89 75

DADES DE L'OBRA	
Direcció de l'obra	Parròquia Sant Joan Baptista - St JOAN DESPÍ
Data d'inici treballs	14/07/2010
Data final treballs	15/07/2010

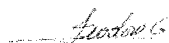
TREBALLS SOL·LICITATS			
Tipus d'Assaig	Norma	Unitats	Referència
sondeig a rotació		4	S-1 a S-4
standard penetración test	UNE EN ISO 22476-3	12	SPT
Mostra inalterada	XP P94-202	1	MI
sondeig penetromètric (DPSH)	UNE EN ISO 22476-2	1	P-1

OBSERVACIONS

Barberà del Vallès, 17 de Juliol de 2010

Enric Aguilà
Responsable de l'àmbit

Supervisat per:

Teodoro González López
Director

Centro General de Sondeos SL és una empresa acreditada per la Direcció General de Qualitat de l'Edificació i Rehabilitació de l'Habitatge de la Generalitat de Catalunya segons resolució amb data 30 de gener de 2006 per l'àmbit de sondeigs, presa de mostres i assaigs in situ per reconeixaments geotècnics (GTC), amb codi de identificació n° 06140.GTC06(B)

TALL ESTRATIGRÀFIC DEL SONDEIG		
Sondeig: S-1	Direcció: Parròquia St. Joan Baptista	Data: 14/07/2010
Cota: 0,0 m	Mètode: Rotació de 89 mm	Profunditat: 15 m

Cota	Prof.	Columna Litològica	N.F.	Descripció del terreny	Mostra	Colpeig	W %	Wl	Wp	Ip	UNE 0,08	U.S.C.S.	Densitat g/cm³	Qu Kg/cm²	C Kg/cm²	Ø
				Paviment.	0,2											
-1	1			Llims sorrencs amb nòduls de carbonat amb graveta de calcària dispersa.												
-2	2				2,0											
-3	3			Llims sorrencs amb nòduls de carbonat i restes de runa.		I 8+6+7+7	13,0	23,7	20,6	3,1	75,6	ML	1,72			
-4	4				3,4	S 4+6+7+13										
-5	5			Llims argilosos de color marró, humits amb restes de runa.												
-6	6				4,9	S 3+4+4+4										
-7	7			Sorra llimosa de gra fi, de color marró.												
-8	8															
-9	9				9,1	S 6+6+7+7		---	---	NP	92,1	ML				
-10	10			Sorra llimosa de gra fi, de color marró, amb graves disperses.												
-11	11															
-12	12		12,2		12,1											
-13	13			Graves heteromètriques amb matriu sorrenca i llimosa.		S 9+11+13+16										
-14	14															
-15	15				15,0											

TALL ESTRATIGRÀFIC DEL SONDEIG		
Sondeig: S-2	Direcció: Parròquia St. Joan Baptista	Data: 14/07/2010
Cota: 0,0 m	Mètode: Rotació de 89 mm	Profunditat: 4 m

Cota	Prof.	Columna Litològica	N.F.	Descripció del terreny	Mostra	Colpeig	W %	Wl	Wp	Ip	UNE 0,08	U.S.C.S.	Densitat g/cm³	Qu Kg/cm³	C Kg/cm³	Ø
-1	1			Paviment i graves. 0,3												
				Llims sorrencs carbonatats, amb graveta dispersa. 0,9												
				Bloc de gres. 1,3												
-2	2			Sorra llimosa amb graves i restes de runa.												
-3	3				S	12+32+50R										
-4	4			Blocs de gres. Restes de mur o fonament. 4,0												
				Fi sondeig												
-5	5															
-6	6															
-7	7															
-8	8															
-9	9															
-10	10															
-11	11															
-12	12															
-13	13															
-14	14															
-15	15															

TALL ESTRATIGRÀFIC DEL SONDEIG					
Sondeig: S-3		Direcció: Parròquia St. Joan Baptista			Data: 14/07/2010
Cota: -0,2 m		Mètode: Rotació de 89 mm			Profunditat: 12 m

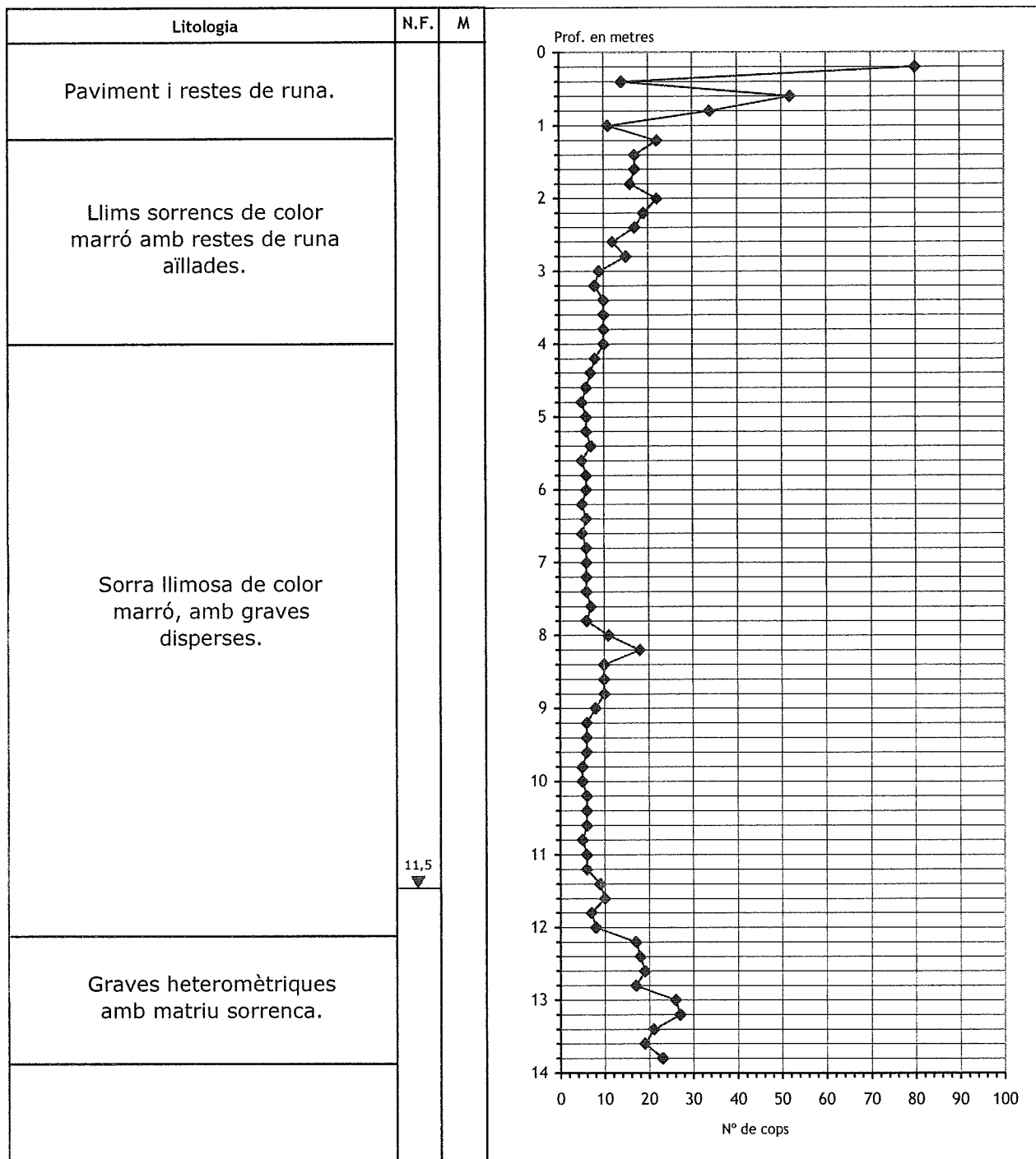
Cota	Prof.	Columna Litològica	N.F.	Descripció del terreny	Mostra	Colpeig	W %	Wl	Wp	Ip	UNE 0,08	U.S.C.S.	Densitat g/cm³	Qu Kg/cm²	C Kg/cm²	Ø
				Paviment.	0,2											
-1	1			Llims sorrenca amb nòduls de carbonat amb graveta de calcària dispersa i restes de runa.												
-2	2				S 3+3+3+4											
-3	3				3,2											
-4	4															
-5	5			Sorra llimosa de gra fi, de color marró.	S 5+6+7+9		---	---	NP	85,8	ML					
-6	6															
-7	7				S 5+4+4+4											
-8	8				7,9											
-9	9			Sorra llimosa de gra fi, de color marró, amb graves disperses.												
-10	10				10,3											
-11	11			Graves heteromètriques amb matriu sorrenca i llimosa.	S 11+8+10+12		20,9	17,9	3,0	85,1	ML					
-12	12		11,7		12,0											
-13	13			Fi sondeig												
-14	14															
-15	15															

TALL ESTRATIGRÀFIC DEL SONDEIG		
Sondeig: S-4	Direcció: Parròquia St. Joan Baptista	Data: 15/07/2010
Cota: -1,5 m	Mètode: Rotació de 89 mm	Profunditat: 12 m

Cota	Prof.	Columna Litològica	N.F.	Descripció del terreny	Mostra	Colpeig	W %	Wl	Wp	Ip	UNE 0,08	U.S.C.S.	Densitat g/cm³	Qu Kg/cm²	C Kg/cm²	Ø
-1,5	1			Llims amb restes d'arrels.												
-2,1	2			Llims sorrencs de color marró vermellós.	S	4+5+6+7										
-2,3	3			Llims sorrencs amb restes de runa, carbó i fusta.												
-5,1	5			Sorra llimosa de gra fi, de color marró.	S	3+3+5+7										
-9,1	9			Sorra llimosa de gra fi, de color marró, amb graves disperses.	S	3+4+6+7										
-10,6	10			Graves heteromètriques amb matriu sorrenca i llimosa.												
-12,0	12			Fi sondeig												

ASSAIG PENETROMÈTRIC

Penetro	Direcció de l'obra	Data
P-1 (-0,2 m)	Parròquia St Joan Baptista - St JOAN DESPÍ	15/07/2010



Revisat

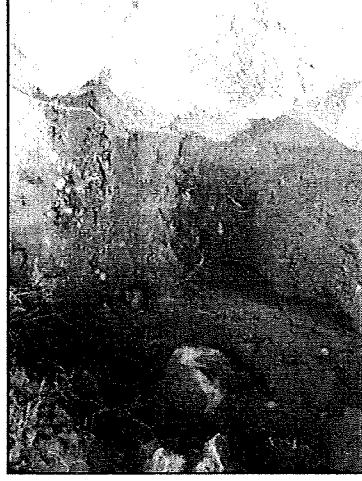
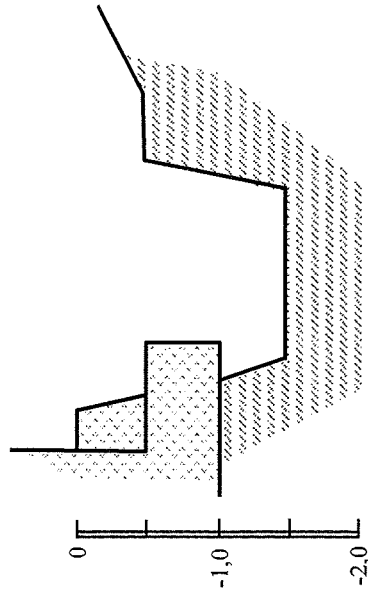
N.F. nivell freàtic
M mostra
S SPT

Centro General de Sondeos SL és una empresa acreditada per la DGAU de la Generalitat de Catalunya segons resolució amb data de 30 de gener de 2006 per l'àmbit de sondeigs, presa de mostres i assaigs in situ per reconeixaments geotècnics (GTC), amb codi d'identificació n° 06140.GTC06(B)

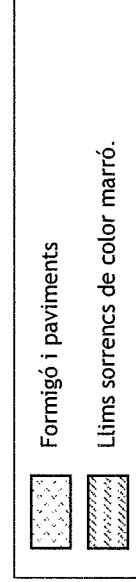
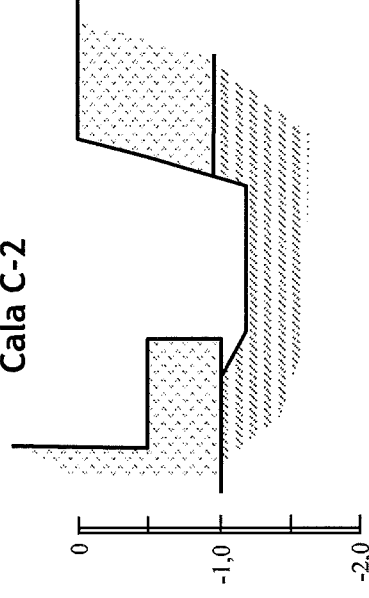
full 6 de 6



Cala C-1



Cala C-2



GENTRE CATALA GEOTÈCNIA	CALES DE RECONeixEMENT		Data: 08/11/10	N. Obra: 11623
	Localitat: St JOAN DESPÍ	Direcció: Parròquia St Joan Baptista	Escala: 1/50	

RESUM LABORATORI

IDENTIFICACIÓ DE LA MOSTRA					
Mostra	M 1	M 2	M 3	M 4	
Tipus de Mostra	A	B	B	B	
Sondeig	S - 1	S - 1	S - 3	S - 3	
Profunditat (m)	2,2	8,0	4,5	10,5	

CONSISTÈNCIA FINS A					
Límit Liq. (W_L)	23,7			20,9	
Límit Plast. (W_P)	20,6			17,9	
Índex de Plast. (I_P)	3,1	NP	NP	3,0	
% Pasa U.N.E. 0,08	75,6	92,1	85,8	85,1	
Granulometria		Gràfica	Gràfica	Gràfica	

CLASSIFICACIÓ					
U.S.C.S.	Denom.	ML	ML	ML	ML
H.R.B.	Denom.	A - 4	A - 4	A - 4	A - 4
	Í. Grup	8,0	8,0	8,0	8,0

RELACIONS VOLUMÈTRIQUES					
Humitat (%)	13,0				
Densitat AP (gr/cm^3)	1,94				
Densitat seca (gr/cm^3)	1,72				
Pes específic (gr/cm^3)					
Porositat (%)					

ASSAJOS QUÍMICS					
pH del Sòl	7,8	7,7	7,6	7,5	
Contingut en Sulfats (mg/Kg)	822	1125	< 597	< 583	
Resultat	indicis	indicis	negatiu	negatiu	
Matèria orgànica (%)					

OBSERVACIONS					

**TERRES Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.**

C/ Gomis, nº 33 – local 7E 08760 - MARTORELL Tf. i Fax: 93 776 59 41 CIF: B-62786371

INFORME D'ASSAIG

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/1

Pàgina 1 de 3

Laboratori Acreditat per DGAP, Resolució de 7 de setembre de 2005 (Ref.06046GTL05(B))
Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs bàsics.Laboratori Acreditat per DGQEI RH, Resolució de 2 d' abril de 2009 (Ref.06046GTL05(B+C))
Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs complementaris de resistència i deformació de roques.**Dades del peticionari:**0101 CENTRO CATALAN DE GEOTÈCNIA, S.L. C/ Bertrán 39, baixos 1ª 08023 - Barcelona Tf: 93 253 17 88
CIF: B-62488515

Identificació de la mostra donada pel peticionari: 11623/ m-1
Referència donada pel peticionari: Sant Joan Despí
Altres referències de la mostra: S-1 a 2,2 m
Data de recepció: 22/07/2010 Origen: Portada pel peticionari
Tipus de mostra: Inalterada en tub de PVC
Referència donada pel tractament en el nostre laboratori: N10033/ 1
Descripció de la mostra: Llim marró clar poc cohesiu i mig humit. Té porositat fina amb alguna graveta de pissarra planar.

Treballs sol·licitats i realitzats:

- X Passa sedàs UNE 0,08 segons UNE 103101/95
- X Determinació de la humitat segons UNE 103300/93
- X Determinació dels límits líquid i plàstic segons UNE 103103/94 i UNE 103104/93
- X Determinació del contingut en sulfats solubles segons UNE 83956/2008 i UNE103202/95
- X Determinació de la densitat d'un sòl segons UNE103301/94

Resultats dels assaigs: Queden reflectits en els fulls següents de l'informe.

Classificació USCS - Casagrande: ML
Classificació HRB (Índex de grup): A-4 (8)

OBSERVACIONS:

Cops de clava: 8+6+7+7 (Donat pel peticionari)

Els primers 40 cm de la mostra NO S'ASSAGEN. Corresponen a sorres llimoses amb cascots (maó, morter)

Els càlculs i actes presents han estat realitzades amb el programa de càlcul i software elaborat íntegrament per
TERRES LCT,SLL en revisió nº 7**Data d'emissió de l'informe:**

26/07/2010

SignatariJosep Maria Tella Ros
Director del LaboratoriXavier Font Ozerans
Cap del Laboratori

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.
La reproducció d'aquest document sols esta autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.
Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**TERRES Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.**

C/Gomis, nº 33 – local 7E 08760 - MARTORELL Tf. i Fax: 93 776 59 41 CIF: B-62786371

INFORME D'ASSAIG

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/1

Pàgina 2 de 3

ASSAIG GRANULOMETRIC PASSA UNE 0,08**UNE 103101/95**

Data de realització de l'assaig: 23/07/10

RESULTAT

Tamís UNE	0,08
% passa	75,6

ASSAIG D'HUMITAT**UNE 103300/93**

Data de realització de l'assaig: 22-07-10

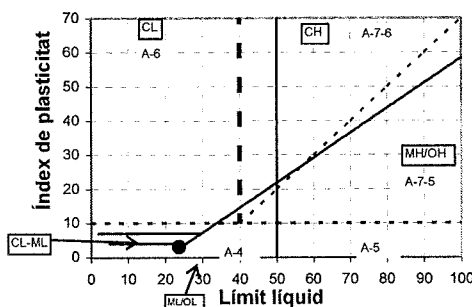
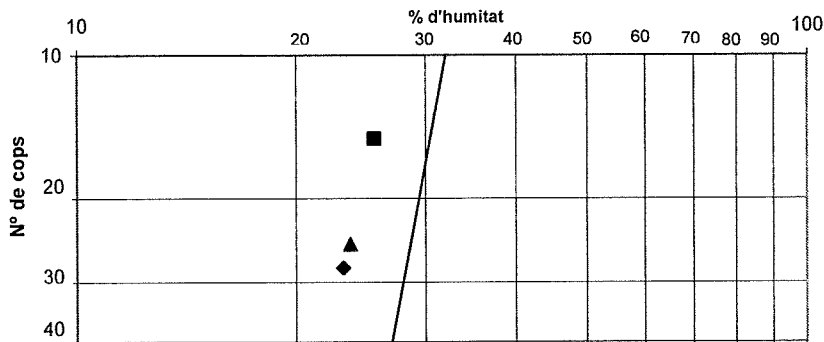
T+S+A (m-2)	74,89 g	Resultat: humitat (w) = 13,0 %
T+S (m-3)	68,17 g	
T (m-1)	16,45 g	

ASSAIGS DE PLASTICITAT:**LÍMITS D'ATTERBERG****LÍMIT LÍQUID** UNE 103103/94**LÍMIT PLÀSTIC**

UNE 103104/94

Data de realització de l'assaig: 23-07-10

LÍMIT LÍQUID	Nº de cops	28	15	LÍMIT PLÀSTIC	T+S+A (g)	27,81	27,74
	T+S+A (g)	24,36	22,10		T+S (g)	26,12	26,07
	T+S (g)	21,62	19,51		T (g)	17,92	17,99
	T (g)	9,80	9,38		Sòl (g)	8,20	8,08
	Sòl (g)	11,82	10,13		Aigua (g)	1,69	1,67
	Aigua (g)	2,74	2,59		Humitat (%)	20,6	20,7
	Humitat (%)	23,2	25,6				

Límit líquid: 23,7 Límit plàstic: 20,6 Índex de plasticitat: 3,1

Classificació Casagrande

Classificació H.R.B.

mostra

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.

La reproducció d'aquest document sols esta autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**INFORME D'ASSAIG**

Segons Norma UNE 66903/89

Identificació de l'informe: N10033/1

Pàgina 3 de 3

ASSAIG DE DENSITAT DEL SÒL

UNE 103301/94

Data de realització de l'assaig: 23-07-10

Massa humida (m1) en g 235,34

Massa parafinada (m2) en g 239,05

Massa submergida (m-4) en g 113,48

Massa parafina (m-3) en g 3,71

Densitat de la parafina 0,835 g/cm³Volum parafina V₁ en cm³ 4,44Volum de la mostra V₂ en cm³ 121,13

Humitat del sòl: 13,0 %

RESULTATSDensitat humida del sòl (g/cm³): 1,94Densitat seca del sòl (g/cm³): 1,72**ASSAIGS DE CONTINGUT EN SULFATS SOLUBLES D'UN SÒL**

UNE 103202/95 i UNE 83963/2008

Determinació qualitativa segons norma UNE 103202/95

Data d'assaig: 23-07-10

pH de la suspensió:

7,8

Resultat: INDICIS

Determinació quantitativa segons norma UNE 83963/2008

Massa de sòl assajat, en g 10,94

% de material que passa pel UNE 2: 100,00

RESULTATSContingut en sulfats solubles de quantitat analitzada (% SO₄²⁺): 0,08Contingut sulfats solubles respecte mostra original (% SO₄²⁺): 0,08

Equivalències del resultat respecte de la mostra total:

Expressat en SO₃: 0,07 %Expressat en CaSO₄ · 2H₂O: 0,18 %Expressat en mg SO₄²⁻ per kg sòl sec: 822

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.

La reproducció d'aquest document sols està autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**TERRES Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.**

C/ Gomis, nº 33 – local 7E 08760 - MARTORELL Tf. i Fax: 93 776 59 41 CIF: B-62786371

INFORME D'ASSAIG

Segons Norma UNE 66803/69

Identificació de l'informe: N10033/2

Pàgina 1 de 3

Laboratori Acreditat per DGAP, Resolució de 7 de setembre de 2005 (Ref.06046GTL05(B))

Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs bàsics.

Laboratori Acreditat per DGQEI RH, Resolució de 2 d' abril de 2009 (Ref.06046GTL05(B+C))

Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs complementaris de resistència i deformació de roques.

Dades del peticionari:0101 CENTRO CATALAN DE GEOTÈCNIA, S.L. C/ Bertrán 39, baixos 1ª 08023 - Barcelona Tf: 93 253 17 88
CIF: B-62488515

Identificació de la mostra donada pel peticionari:

11623/ m-2

Referència donada pel peticionari:

Sant Joan Despí

Altres referències de la mostra:

S-1 a 8,0 m

Data de recepció:

22/07/2010

Origen: Portada pel peticionari

Tipus de mostra:

SPT

Referència donada pel tractament en el nostre laboratori:

N10033/ 2

Descripció de la mostra:

Llim marró poc cohesiu i bastant humit.

Treballs sol·licitats i realitzats:

- X Granulometria per tamissat segons UNE 103101/95
- X Determinació dels límits líquid i plàstic segons UNE 103103/94 i UNE 103104/93
- X Determinació del contingut en sulfats solubles segons UNE 83956/2008 i UNE103202/95

Resultats dels assaigs: Queden reflectits en els fulls següents de l'informe.

Classificació USCS - Casagrande:

ML

Classificació HRB (Índex de grup):

A-4 (8)

OBSERVACIONS:

Cops de clava:

6+6+7+7+

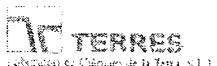
(Donat pel peticionari)

Els càlculs i actes presents han estat realitzades amb el programa de càlcul i software elaborat íntegrament per
TERRES LCT,SLL en revisió nº 7

Data d'emissió de l'informe:

26/07/2010

Signatari

Josep Maria Tella Ros
Director del LaboratoriXavier Font Ozerans
Cap del Laboratori

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.
La reproducció d'aquest document sols esta autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.
Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**INFORME D'ASSAIG**

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/2

Pàgina 2 de 3

ASSAIG GRANULOMÈTRIC PER TAMISSAT**UNE 103101/95**

Data de l'assaig: 23-07-10

Tamis UNE Designació i obertura (mm)	Retingut tamis parcial (g)	Retingut tamis total (g)	Passa en mostra total	
			(g)	(%)
100	0	0	258,0	100,0
80	0	0	258,0	100,0
63	0	0	258,0	100,0
50	0	0	258,0	100,0
40	0	0	258,0	100,0
25	0	0	258,0	100,0
20	0	0	258,0	100,0
12,5	0,00	0,00	258,0	100,0
10	0,00	0,00	258,0	100,0
6,3	3,87	3,87	254,2	98,5
5	2,53	2,53	251,6	97,5
2	2,03	2,03	249,6	96,7
1,25	0,10	0,23	249,4	96,6
0,4	0,38	0,86	248,5	96,3
0,16	1,18	2,68	245,8	95,3
0,08	3,61	8,19	237,7	92,1

Humitat higroscòpica
de la fracció inferior a 2 mm

Refer. tara P94+

t+S+A 54,00 g

t+S 53,79 g

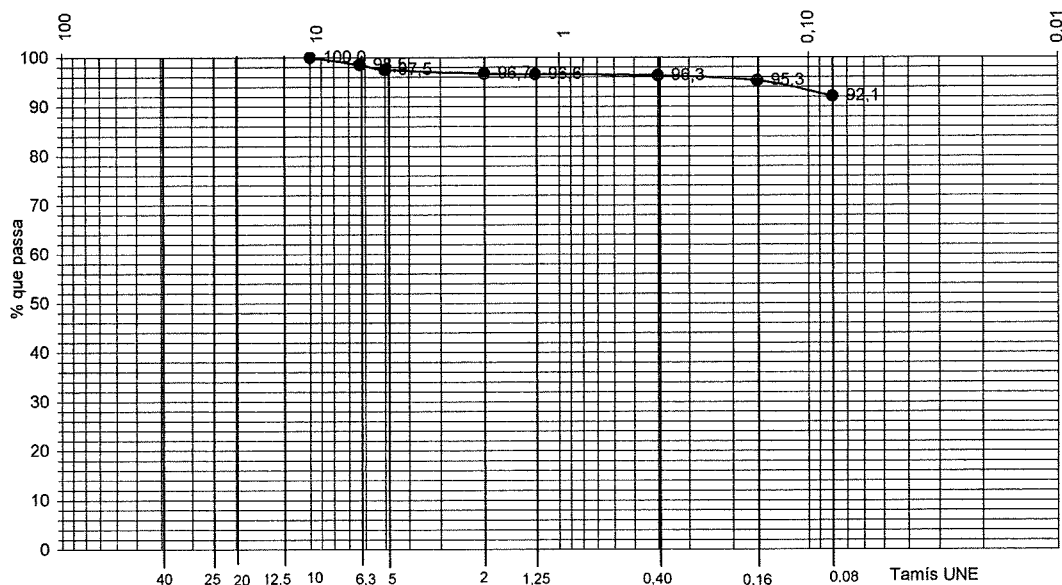
t 15,41 g

Humitat higroscòpica 0,55 %

Factor de correcció: f 0,9946

Factor de correcció $f_1 = 1,0000$ Factor de correcció $f_2 = 2,2676$ **GRÀFIC GRANULOMÈTRIC**

Mida de les partícules en mm

**ASSAIGS DE PLASTICITAT:****LÍMITS D'ATTERBERG****LÍMIT LÍQUID** UNE 103103/94**LÍMIT PLÀSTIC**

UNE 103104/94

Data de realització de l'assaig: 23-07-10

Resultat:

NO PLASTIC

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.

La reproducció d'aquest document sols està autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**TERRES Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.**

C/Gomis, nº 33 – local 7E 08760 - MARTORELL Tf. i Fax: 93 776 59 41 CIF: B-62786371

INFORME D'ASSAIG

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/2

Pàgina 3 de 3

ASSAIGS DE CONTINGUT EN SULFATS SOLUBLES D'UN SÒL UNE 103202/95 i UNE 83963/2008

Determinació qualitativa segons norma UNE 103202/95

Data d'assaig: 23-07-10 pH de la suspensió: 7,7 Resultat: **INDICIS**

Determinació quantitativa segons norma UNE 83963/2008

Massa de sòl assajat, en g	10,31
% de material que passa pel UNE 2:	96,73

RESULTATS

Contingut en sulfats solubles de quantitat analitzada (% SO_4^{2+}):	0,12
Contingut sulfats solubles respecte mostra original (% SO_4^{2+}):	0,11

Equivalències del resultat respecte de la mostra total:

Expressat en SO_3^{2-} :	0,09 %
Expressat en $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:	0,24 %
Expressat en mg SO_4^{2-} per kg sòl sec:	1125

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.

La reproducció d'aquest document sols està autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**TERRES Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.**

C/Gomis, nº 33 – local 7E 08760 - MARTORELL Tf. i Fax: 93 776 59 41 CIF: B-62786371

INFORME D'ASSAIG

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/3

Pàgina 1 de 2

Laboratori Acreditat per DGAP, Resolució de 7 de setembre de 2005 (Ref.06046GTL05(B))
Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs bàsics.Laboratori Acreditat per DGQEIRH, Resolució de 2 d'abril de 2009 (Ref.06046GTL05(B+C))
Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs complementaris de resistència i deformació de roques.**Dades del peticionari:**0101 CENTRO CATALAN DE GEOTÈCNIA, S.L. C/ Bertrán 39, baixos 1ª 08023 - Barcelona Tf: 93 253 17 88
CIF: B-62488515

Identificació de la mostra donada pel peticionari: 11623/ m-3
Referència donada pel peticionari: Sant Joan Despí
Altres referències de la mostra: S-3 a 4,5 m
Data de recepció: 22/07/2010 Origen: Portada pel peticionari
Tipus de mostra: SPT
Referència donada pel tractament en el nostre laboratori: N10033/ 3
Descripció de la mostra:
Llim arenós marró clar poc cohesiu i bastant humit.

Treballs sol·licitats i realitzats:

- X Granulometria per tamissat segons UNE 103101/95
- X Determinació dels límits líquid i plàstic segons UNE 103103/94 i UNE 103104/93
- X Determinació del contingut en sulfats solubles segons UNE 83956/2008 i UNE103202/95

Resultats dels assaigs: Llevat de sulfats, la resta queda reflectit en el full següent

Classificació USCS - Casagrande: ML
Classificació HRB (Índex de grup): A-4 (8)

ASSAIGS DE CONTINGUT EN SULFATS SOLUBLES D'UN SÒL UNE103202/95 i UNE 83963/2008

Determinació qualitativa segons norma UNE 103202/95

Data d'assaig: 23-07-10 pH de la suspensió: 7,6 Resultat: **NEGATIU****RESULTATS**

Contingut en sulfats solubles de quantitat analitzada (% SO_4^{2-}):	< 0,06
Contingut sulfats solubles respecte mostra original (% SO_4^{2-}):	< 0,06

Equivalències del resultat respecte de la mostra total:

Expressat en SO_4^{2-} :	< 0,05	%
Expressat en $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$:	< 0,13	%
Expressat en mg SO_4^{2-} per kg sòl sec:	< 597	

OBSERVACIONS:

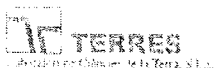
Cops de clava: 5+6+7+9 (Donat pel peticionari)

Els càlculs i actes presents han estat realitzades amb el programa de càlcul i software elaborat íntegrament per
TERRES LCT,SLL en revisió nº 7

Data d'emissió de l'informe:

26/07/2010

Signatari

Josep Maria Tella Ros
Director del LaboratoriXavier Font Ozerans
Cap del Laboratori

Aquest document consta de 2 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 2.
La reproducció d'aquest document sols esta autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.
Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**INFORME D'ASSAIG**

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/3

Pàgina 2 de 2

ASSAIG GRANULOMETRIC PER TAMISSAT**UNE 103101/95**

Data de l'assaig: 23-07-10

Tamis UNE Designació i obertura (mm)	Retingut tamis parcial (g)	Retingut tamis total (g)	Passa en mostra total	
			(g)	(%)
100	0	0	251,9	100,0
80	0	0	251,9	100,0
63	0	0	251,9	100,0
50	0	0	251,9	100,0
40	0	0	251,9	100,0
25	0	0	251,9	100,0
20	0	0	251,9	100,0
12,5	0,00	0,00	251,9	100,0
10	0,00	0,00	251,9	100,0
6,3	0,00	0,00	251,9	100,0
5	0,00	0,00	251,9	100,0
2	1,07	1,07	250,8	99,6
1,25	0,10	0,19	250,6	99,5
0,4	0,58	1,09	249,5	99,1
0,16	8,86	16,72	232,8	92,4
0,08	8,80	16,60	216,2	85,8

Humitat higroscòpica
de la fracció inferior a 2 mm

Refer. tara P109

t+S+A 82,41 g

t+S 81,90 g

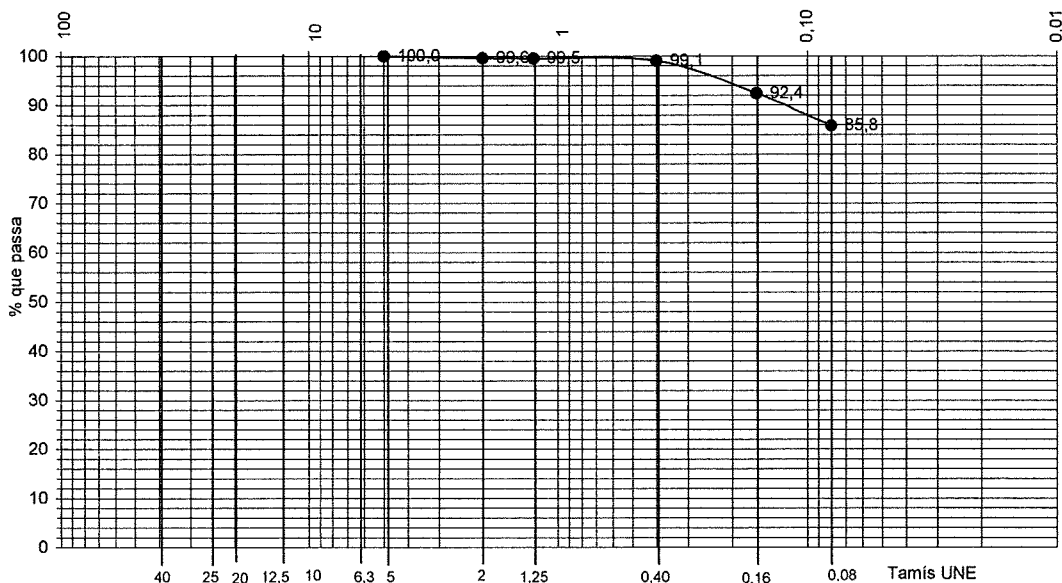
t 14,49 g

Humitat higroscòpica 0,76 %

Factor de correcció: f 0,9925

Factor de correcció $f_1 = 1,0000$ Factor de correcció $f_2 = 1,8867$ **GRÀFIC GRANULOMÈTRIC**

Mida de les partícules en mm

**ASSAIGS DE PLASTICITAT:****LÍMITS D'ATTERBERG****LIMIT LÍQUID** UNE 103103/94**LIMIT PLÀSTIC**

UNE 103104/94

Data de realització de l'assaig: 23-07-10

Resultat:

NO PLASTIC

Aquest document consta de 2 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 2.

La reproducció d'aquest document sols està autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**TERRES Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.**

C/Gomis, nº 33 – local 7E 08760 - MARTORELL Tf. i Fax: 93 776 59 41 CIF: B-62786371

INFORME D'ASSAIG

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/4

Pàgina 1 de 3

Laboratori Acreditat per DGAP, Resolució de 7 de setembre de 2005 (Ref.06046GTL05(B))
Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs bàsics.Laboratori Acreditat per DGQEIRH, Resolució de 2 d'abril de 2009 (Ref.06046GTL05(B+C))
Àmbit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs complementaris de resistència i deformació de roques.**Dades del peticionari:**0101 CENTRO CATALAN DE GEOTÈCNIA, S.L. C/ Bertrán 39, baixos 1ª 08023 - Barcelona Tf: 93 253 17 88
CIF: B-62488515

Identificació de la mostra donada pel peticionari: 11623/ m-4
Referència donada pel peticionari: Sant Joan Despí
Altres referències de la mostra: S-3 a 10,5 m
Data de recepció: 22/07/2010 Origen: Portada pel peticionari
Tipus de mostra: SPT
Referència donada pel tractament en el nostre laboratori: N10033/ 4
Descripció de la mostra:
Llim marró, humit i de cohesió mitja.

Treballs sol·licitats i realitzats:

- X Granulometria per tamissat segons UNE 103101/95
- X Determinació dels límits líquid i plàstic segons UNE 103103/94 i UNE 103104/93
- X Determinació del contingut en sulfats solubles segons UNE 83956/2008 i UNE103202/95

Resultats dels assaigs: Queden reflectits en els fulls següents de l'informe.

Classificació USCS - Casagrande: ML
Classificació HRB (Índex de grup): A-4 (8)

OBSERVACIONS:

Cops de clava: 11+8+10+12 (Donat pel peticionari)

Els càlculs i actes presents han estat realitzats amb el programa de càlcul i software elaborat íntegrament per
TERRES LCT,SLL en revisió nº 7**Data d'emissió de l'informe:**

26/07/2010

SignatariJosep Maria Tella Ros
Director del LaboratoriXavier Font Ozerans
Cap del Laboratori

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.
La reproducció d'aquest document sols està autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.
Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**INFORME D'ASSAIG**

Segons Norma UNE 66803/69

Identificació de l'informe: N10033/4

Pàgina 2 de 3

ASSAIG GRANULOMETRIC PER TAMISSAT**UNE 103101/95**

Data de l'assaig: 23-07-10

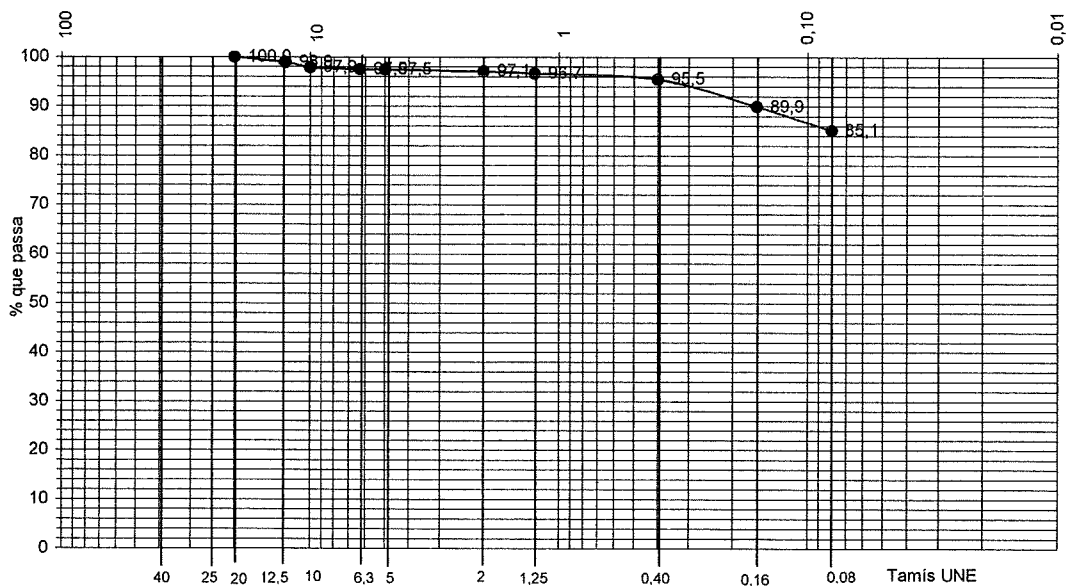
Tamis UNE Designació i obertura (mm)	Retingut tamis parcial (g)	Retingut tamis total (g)	Passa en mostra total	
			(g)	(%)
100	0	0	476,8	100,0
80	0	0	476,8	100,0
63	0	0	476,8	100,0
50	0	0	476,8	100,0
40	0	0	476,8	100,0
25	0	0	476,8	100,0
20	0	0	476,8	100,0
12,5	5,11	5,11	471,6	98,9
10	5,06	5,06	466,6	97,9
6,3	1,75	1,75	464,8	97,5
5	0,19	0,19	464,6	97,5
2	1,71	1,71	462,9	97,1
1,25	0,52	2,13	460,8	96,7
0,4	1,35	5,53	455,3	95,5
0,16	6,47	26,50	428,8	89,9
0,08	5,61	22,98	405,8	85,1

Humitat higroscòpica
de la fracció inferior a 2 mm

Refer. tara P99	
t+S+A	79,33 g
t+S	78,83 g
t	16,02 g
Humitat higroscòpica	0,80 %
Factor de correcció: f	0,9921

Factor de correcció $f_1 = 1,0000$ Factor de correcció $f_2 = 4,0964$ **GRÀFIC GRANULOMÈTRIC**

Mida de les partícules en mm



Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.

La reproducció d'aquest document sols esta autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**INFORME D'ASSAIG**

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/4

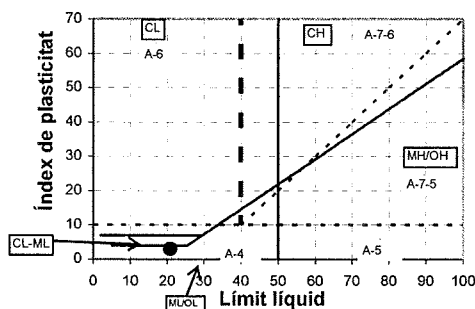
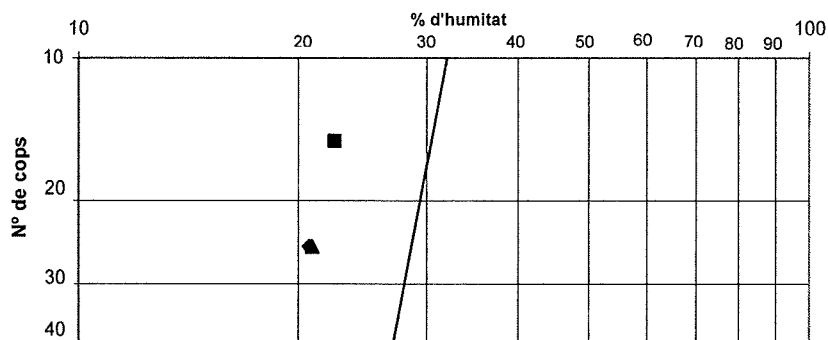
Pàgina 3 de 3

ASSAIGS DE PLASTICITAT:**LÍMITS D'ATTERBERG****LIMIT LÍQUID** UNE 103103/94**LIMIT PLÀSTIC**

UNE 103104/94

Data de realització de l'assaig: 23-07-10

LIMIT LÍQUID	Nº de cops	25	15	LIMIT PLÀSTIC	T+S+A (g)	25,79	25,52
	T+S+A (g)	23,07	26,00		T+S (g)	24,58	24,37
	T+S (g)	20,79	22,94		T (g)	17,88	17,90
	T (g)	9,78	9,30		Sòl (g)	6,70	6,47
	Sòl (g)	11,01	13,64		Aigua (g)	1,21	1,15
	Aigua (g)	2,28	3,06		Humitat (%)	18,1	17,8
	Humitat (%)	20,7	22,4				

Límit líquid: 20,9 Límit plàstic: 17,9 Índex de plasticitat: 3,0

Classificació Casagrande

Classificació H.R.B.

● mostra

ASSAIGS DE CONTINGUT EN SULFATS SOLUBLES D'UN SÒL

UNE103202/95 i UNE 83963/2008

Determinació qualitativa segons norma UNE 103202/95

Data d'assaig: 23-07-10

pH de la suspensió: 7,5

Resultat: **NEGATIU****RESULTATS****Contingut en sulfats solubles de quantitat analitzada (% SO₄²⁻):** < 0,06**Contingut sulfats solubles respecte mostra original (% SO₄²⁻):** < 0,06

Equivalències del resultat respecte de la mostra total:

Expressat en SO₃²⁻: < 0,05 %Expressat en CaSO₄ · 2H₂O: < 0,13 %Expressat en mg SO₄²⁻ per kg sòl sec: < 583

Aquest document consta de 3 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 3.

La reproducció d'aquest document sols està autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

**TERRES Laboratori de Ciències de la Terra, S.L.L.**

C/ Gomis, nº 33 – local 7E 08760 - MARTORELL Tf. i Fax: 93 776 59 41 CIF: B-62786371

INFORME D'ASSAIG

Segons Norma UNE 66803/89

Identificació de l'informe: N10033/5

Pàgina 1 de 1

Laboratori Acreditat per DGAP, Resolució de 7 de setembre de 2005 (Ref.06046GTL05(B))
Ambit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs bàsics.Laboratori Acreditat per DGQEI RH, Resolució de 2 d' abril de 2009 (Ref.06046GTL05(B+C))
Ambit d'assaigs de laboratori de geotècnia (GTL), assaigs complementaris de resistència i deformació de roques.**Dades del peticionari:**

0101 CENTRO CATALAN DE GEOTÈCNIA, S.L. C/ Bertrán 39, baixos 1ª 08023 - Barcelona Tf: 93 253 17 88 CIF: B-62488515

ASSAIGS DEMANATS: ANALÍTICA D'AIGUA PER AGRESSIVITAT AL FORMIGÓ

Identificació de la mostra donada pel peticionari: 11623/ aigua
Referència donada pel peticionari: Sant Joan Despí
Altres referències de la mostra: S-4 NF a 10,6 m
Data de recepció: 22/07/2010 Origen: Portada pel peticionari

Data de l'anàlítica: 23/07/2010

Recipient: Ampolla de plàstic d'1,5 l

Quantitat: Aproximadament 1,4 l

Observacions: 2 cm de sediments al fons de l'ampolla

Olor: Inodora

Color: Incolora

Informació addicional de l'anàlítica:

Conductivitat a 25°C : 2170 µS/cm

Temperatura de mesura de conductivitat: 22,4 °C

Duresa total: 1099 mg/l CO₃CaClorurs: 543 ppm Cl⁻Bicarbonats: 579,5 mg/l CO₃CaCalci: 415 ppm Ca²⁺CO₂ lliure total: 52 mg/l

Olis i greixos: NEGATIU

PARÀMETRES I RESULTATS (EHE, annex 5)

Paràmetres	Mètode	Norma	Resultat	Grau d'agressivitat
Valor del pH	Potenciometria	UNE 83952/2008	7,25 unitat de pH	NUL
			Temperatura de mesura del pH : 22,4 °C	
Magnesi (Mg ²⁺)	Compleximetria	EHE, annex 5	16 mg/l	NUL
Amoni (NH ⁴⁺)	Fotometria	UNE 83954/2008	0,0 mg/l	NUL
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	Gravimetria	UNE 83956/2008	209 mg/l	DÈBIL
CO ₂ lliure agressiu	Valoració	EHE, annex 5	0 mg/l	NUL
Residu sec	Gravimetria	EHE, annex 5	1382 mg/l	NUL

AVALUACIÓL'aigua té un grau d'agressivitat **DÈBIL** pel formigó.Segons article 37.3.4 de la instrucció EHE, el ciment **NO** ha de tenir la característica addicional de resistència als sulfats degut a la presència de sulfats en l'aigua.

Data d'emissió de l'informe:

26/07/2010

Signatari

Josep Maria Tella Ros
Director del LaboratoriXavier Font Ozerans
Cap del Laboratori

Aquest document consta de 1 pàgines inclosa la present, enumerades de l'1 al 1.

La reproducció d'aquest document sols esta autoritzada si es fa en la seva totalitat i amb la conformitat del laboratori.

Els resultats reflectits en aquest informe es refereixen única i exclusivament a la mostra indicada i assajada pel laboratori segons la norma relacionada o condicions d'assaig demanada.

ANNEXE FOTOGRÀFIC



Foto 1: Vista general.

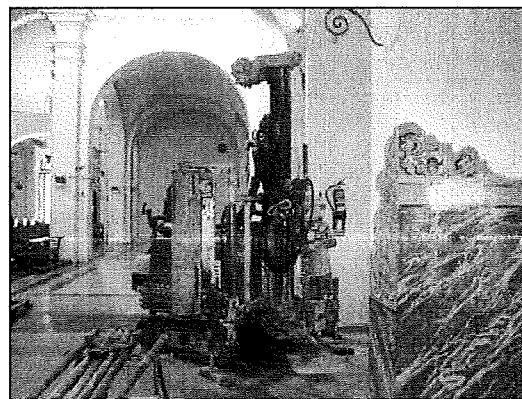


Foto 2: Sondeig S-1.

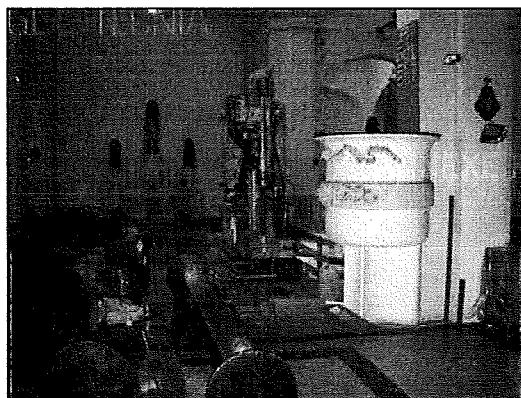


Foto 3: Sondeig S-2.



Foto 4: Sondeig S-3.

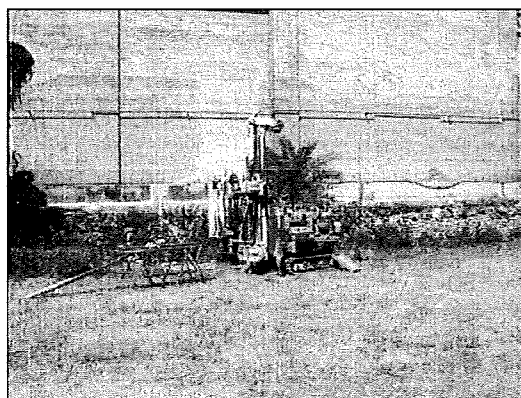


Foto 5: Sondeig S-4.

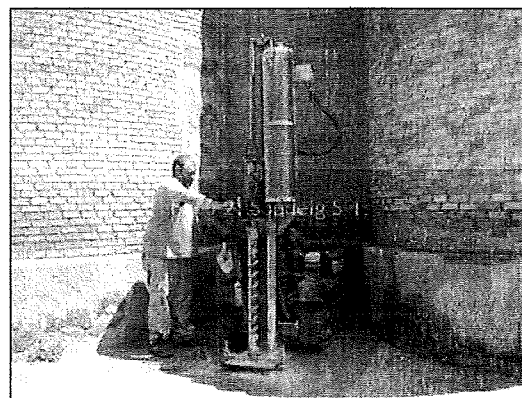


Foto 6: Sondeig P-1.

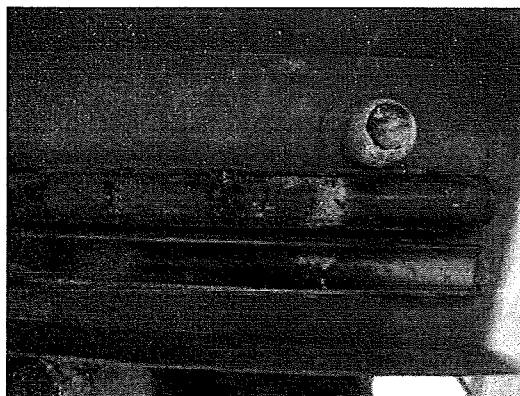


Foto 7: Sondeig S-1. SPT a 3,0 metres.



Foto 8: Sondeig S-1. SPT a 5,0 metres.

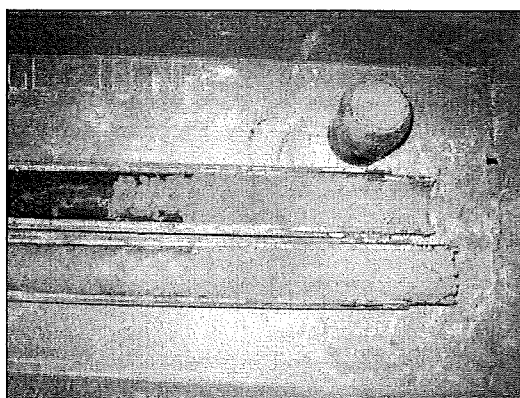


Foto 9: Sondeig S-1. SPT a 8,0 metres.

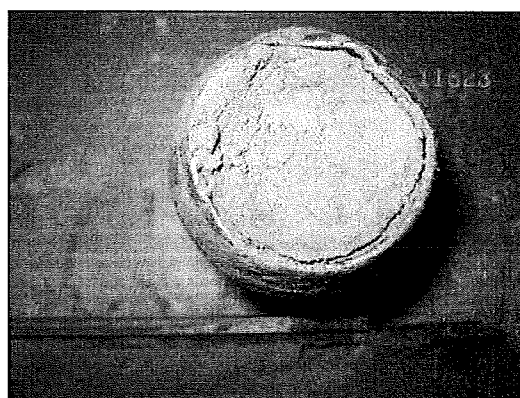


Foto 10: Sondeig S-1. SPT a 12,5 metres.



Foto 11: Sondeig S-2. SPT a 2,5 metres.

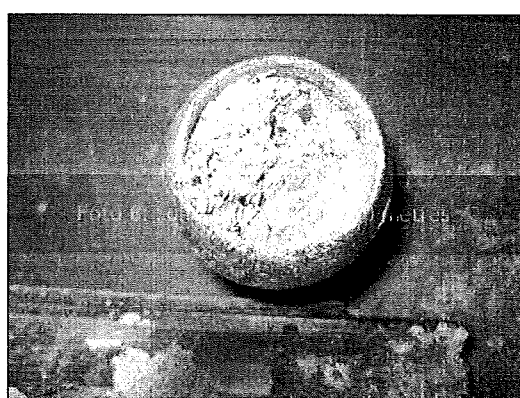


Foto 12: Sondeig S-3. SPT a 1,5 metres.

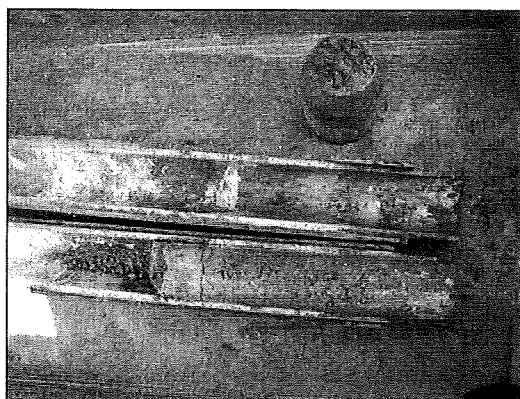


Foto 13: Sondeig S-3. SPT a 4,5 metres.

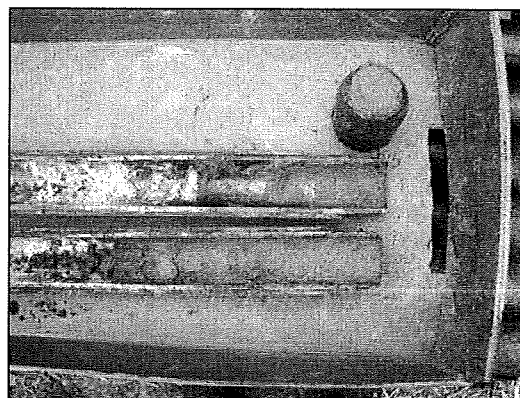


Foto 14: Sondeig S-3. SPT a 7,0 metres.

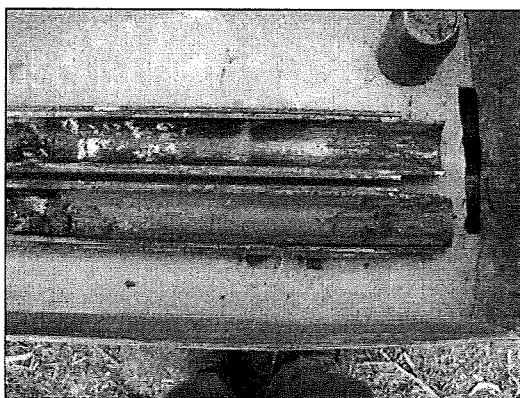


Foto 15: Sondeig S-3. SPT a 10,4 metres.

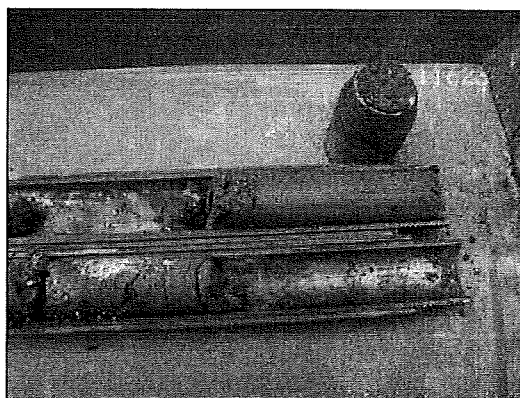


Foto 16: Sondeig S-4. SPT a 0,7 metres.

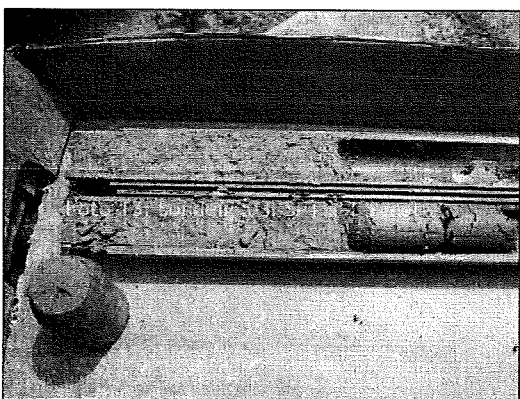


Foto 17: Sondeig S-4. SPT a 5,5 metres.

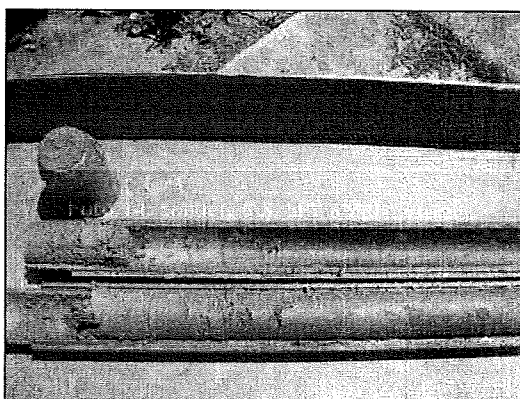


Foto 18: Sondeig S-4. SPT a 8,5 metres.

ANEXO 4

*Estudio de auscultación mediante georadar del subsuelo de la Iglesia de San Joan Baptista
del Municipio de Sant Joan Despí.*

Estudi d'auscultació mitjançant
georradar del subsòl de l'Església de
Sant Joan Baptista del municipi de
Sant Joan Despí.

Informe nº: 14328



ÍNDEX

- | | |
|----|------------------------------------|
| 1. | ANTECEDENTS |
| 2. | TREBALLS REALITZATS |
| | 2.1. Informació prèvia |
| | 2.2. Auscultació amb georadar |
| | 2.3. Mètode d'estudi d'auscultació |
| | 2.3.1. Zona 1 |
| | 2.3.2. Zona 2 |
| | 2.3.3. Zona 3 |
| | 2.3.4. Zones 4 i 5 |
| | 2.3.5. Sagristia |
| 3. | RESUM I CONCLUSIONS |

MEMÒRIA TÈCNICA

1. ANTECEDENTS

Per encàrrec de **PARRÒQUIA DE SANT JOAN BAPTISTA**, s'han dut a terme l'exploració i estudi d'auscultació del subsòl de l'interior de l'Església de Sant Joan Baptista del municipi de Sant Joan Despí, amb la finalitat d'investigar les característiques i naturalesa del subsòl.

Hi ha evidències de l'existència de l'església de Sant Joan Baptista des de el segle XI. Aquest temple va ser ampliat posteriorment durant el segle XVI i destruït a l'any 36, a l'inici de la Guerra Civil.

A l'estructura de l'església han aparegut esquerdes i deformacions, especialment a la zona de la Sacristia, situada a l'extrem Nord-Oest de l'edifici. L'església s'estructura en tres naus: una central on hi ha l'altar, i dues laterals.

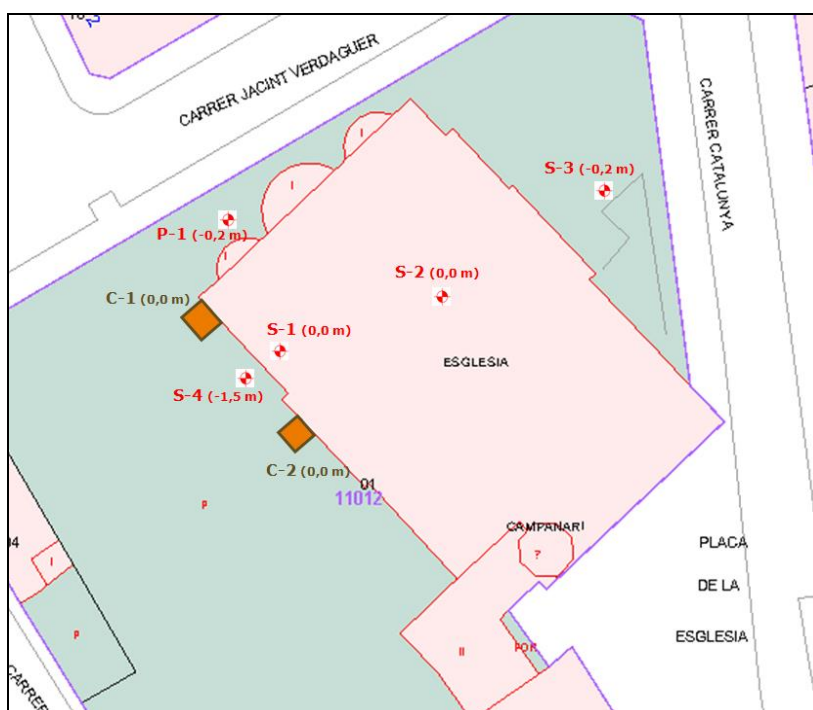
L'objectiu principal de l'auscultació és determinar l'estructura del subsòl i la seva heterogeneïtat, per determinar si s'aprecia alguna estructura enterrada que pugui afectar el comportament del conjunt del temple.

2. TREBALLS REALITZATS

2.1. INFORMACIÓ PRÈVIA

L'any 2010 es va efectuar un estudi geotècnic a l'església, amb perforacions tant a l'interior com a l'exterior, i dues cales de reconeixement.

A l'estudi geotècnic es va comprovar que hi ha un gruix de terres de replè antic de 2 a 4 metres respecte la rasant de l'interior de l'església.



Sondeigs i cales que es van efectuar l'any 2010.

2.2. AUSCULTACIÓ AMB GEORADAR

El Georadar és un mètode no destructiu utilitzat en la prospecció del subsòl, basat en la tècnica de radar (*Radio Detection And Ranging*). El sistema explora el subsòl mitjançant l'emissió i recepció d'ones electromagnètiques d'alta freqüència (entre 10 y 1000 MHz), que són reflectides en les discontinuïtats del terreny. Aquestes discontinuïtats són zones de canvis de les propietats electromagnètiques.

La finalitat de l'auscultació en aquest cas és determinar heterogeneïtats dins els materials de replè existents sota el vas de la piscina.

En cada posició es registra un traçat, el registre del qual permet construir un perfil o secció en profunditat de GPR (radargrama) o una imatge tridimensional si es realitzen diverses trames paral·leles (Prisma de GPR). El mètode es coneix habitualment com a georadar o GPR (*Ground Penetrating Radar*).

La interpretació de les dades del georadar es realitza en gràfics de doble temps a l'eix z i de distància a l'eix x.

Les dades obtingudes del georadar requereixen la interpretació de les anomalies aparegudes, tenint en compte totes les dades disponibles: serveis soterrats, geometria aproximada, capes de replè existents,...



Façana principal de l'església de Sant Joan Baptista.



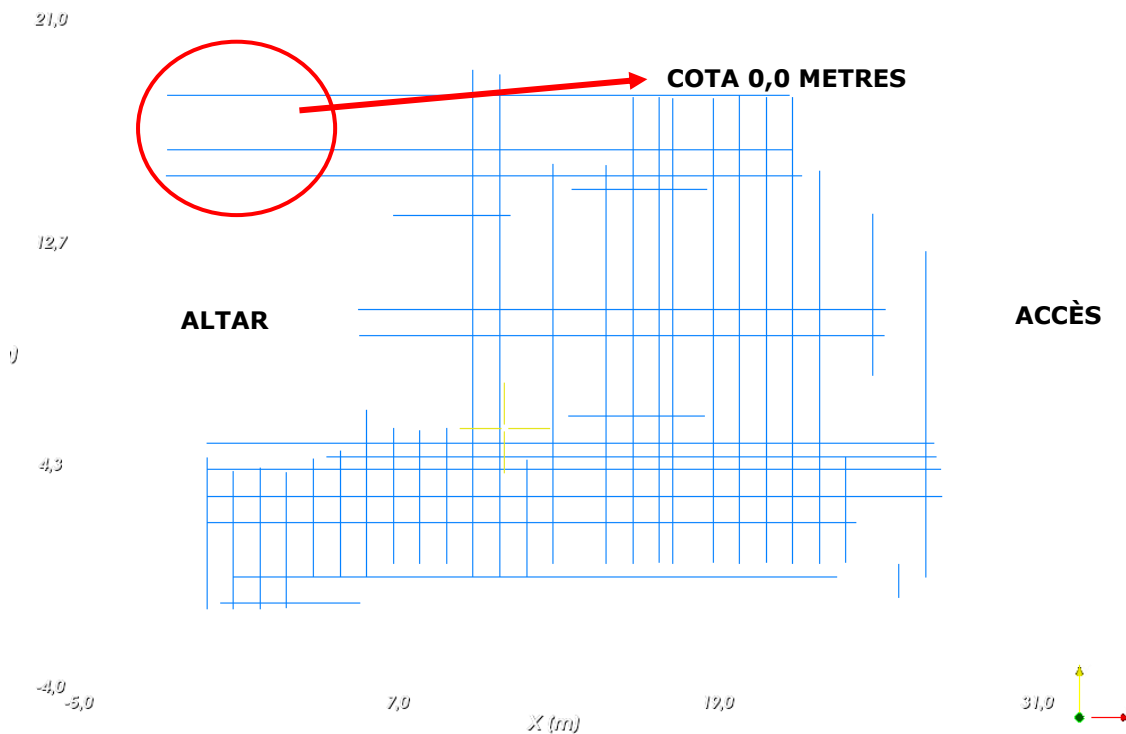
Equip de georadar IDS.

El georadar utilitzat en aquesta campanya és un *Detector Duo*, equip fabricat per IDS, i està equipat amb dues antenes de freqüències de 250 y 700 MHz.

L'antena de baixa freqüència (250 MHz) permet arribar a major profunditat però amb una resolució més baixa. L'antena d'alta freqüència (700 Mhz) té més detall però la seva capacitat de penetració en el subsòl és menor.

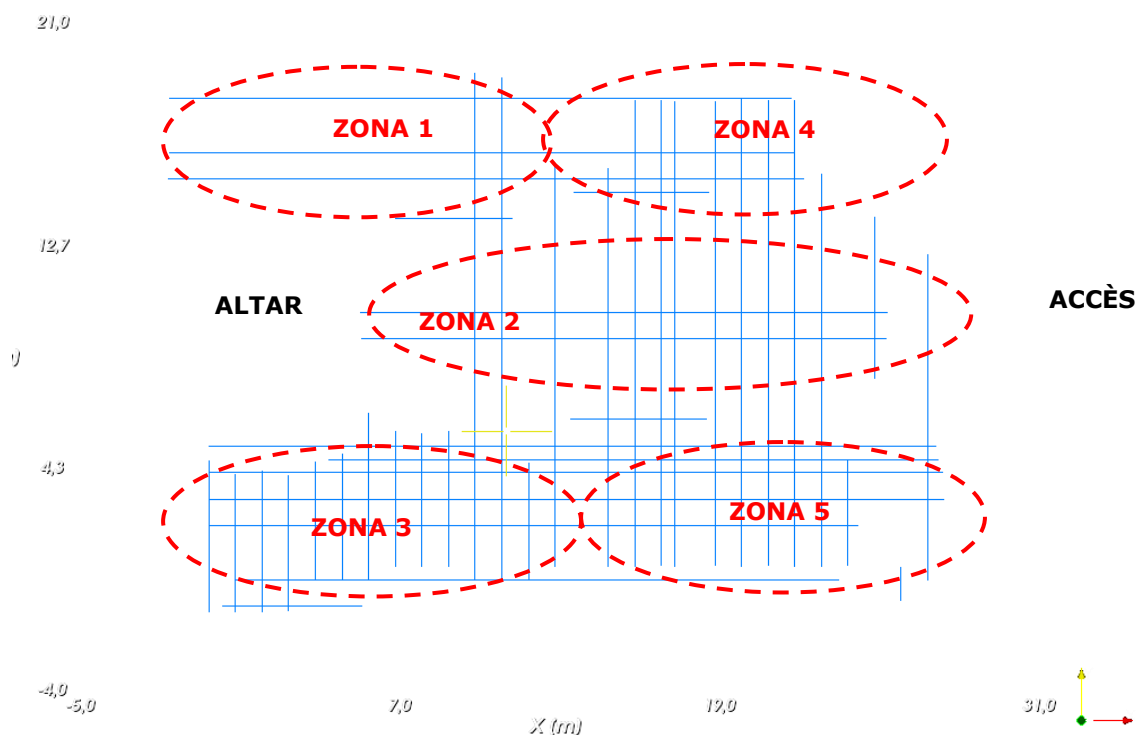
2.3. MÈTODE D'ESTUDI D'AUSCULTACIÓ

Per l'auscultació del subsòl de l'interior de l'església s'ha creat una malla reticular amb un espaiat de 1 metre, i amb la cota (x,y) 0,0 metres tal i com s'indica a l'esquema següent:



En base a aquest eix de coordenades s'han efectuat un total de 46 perfils del subsòl: 17 dels quals longitudinalment i 29 transversalment, per investigar en dues direccions tota la superfície d'estudi.

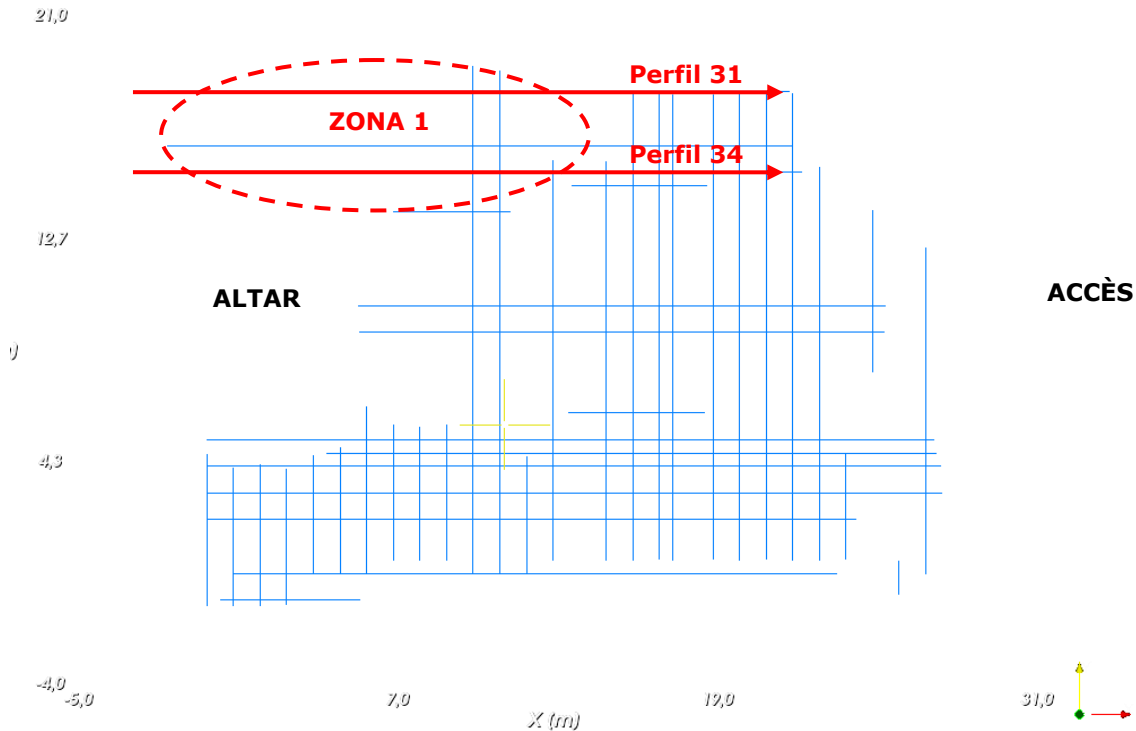
De la informació que s'extreu dels perfils realitzats un cop tractades les imatges, s'evidencien vàries anomalies al subsòl de l'església:



Planta de l'església, amb la situació de les anomalies observades.

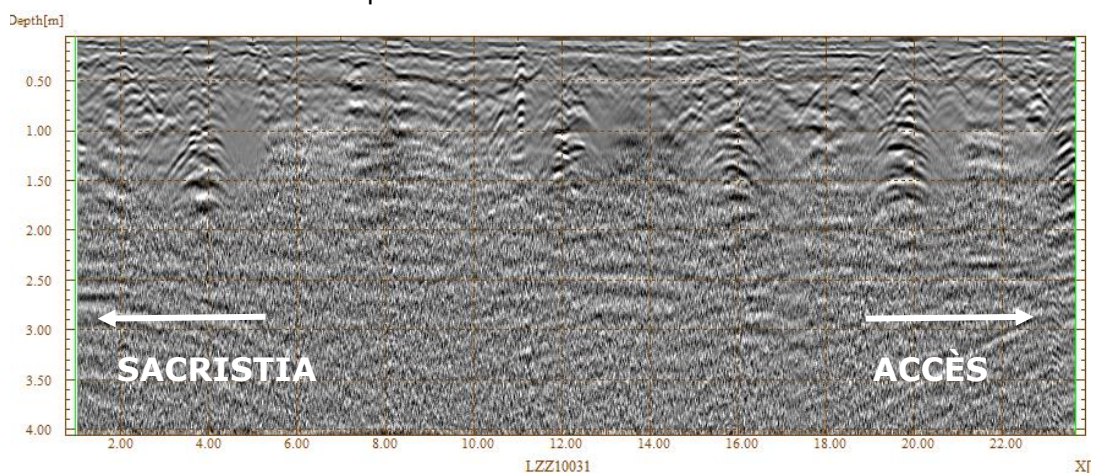
2.3.1. ZONA 1

Aquesta anomalia es troba al terç Nord-Est, i correspon a tota la zona lateral de l'església.

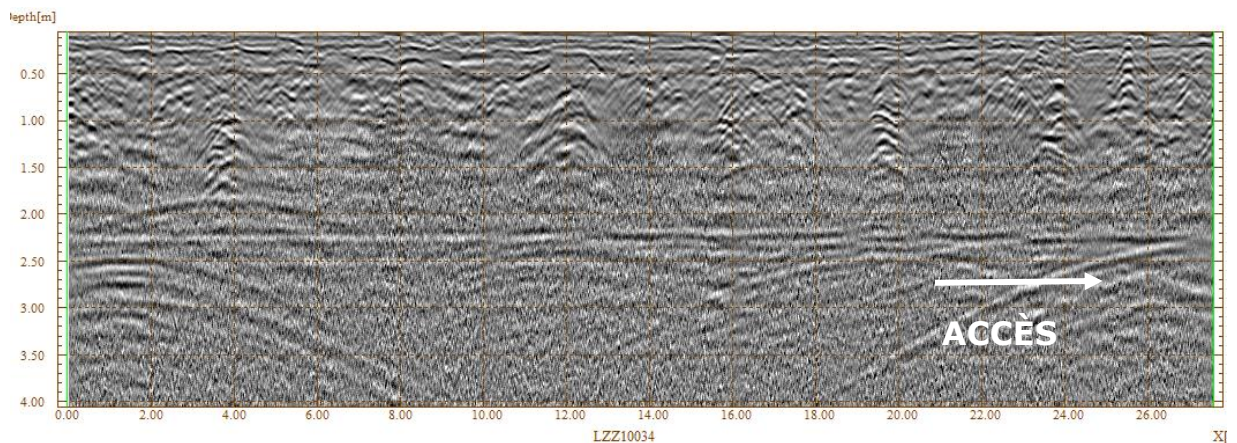


Planta de l'església, amb la situació de l'anomalia '1'.

És una zona on s'observen respostes molt heterogènies del subsòl. De forma rítmica i repetitiva apareixen respostes cada 4 a 4,5 metres que s'interpreten com a riostres entre els pilars existents.



Perfil nº 31: s'observen les anomalies cada 4 a 5 metres.

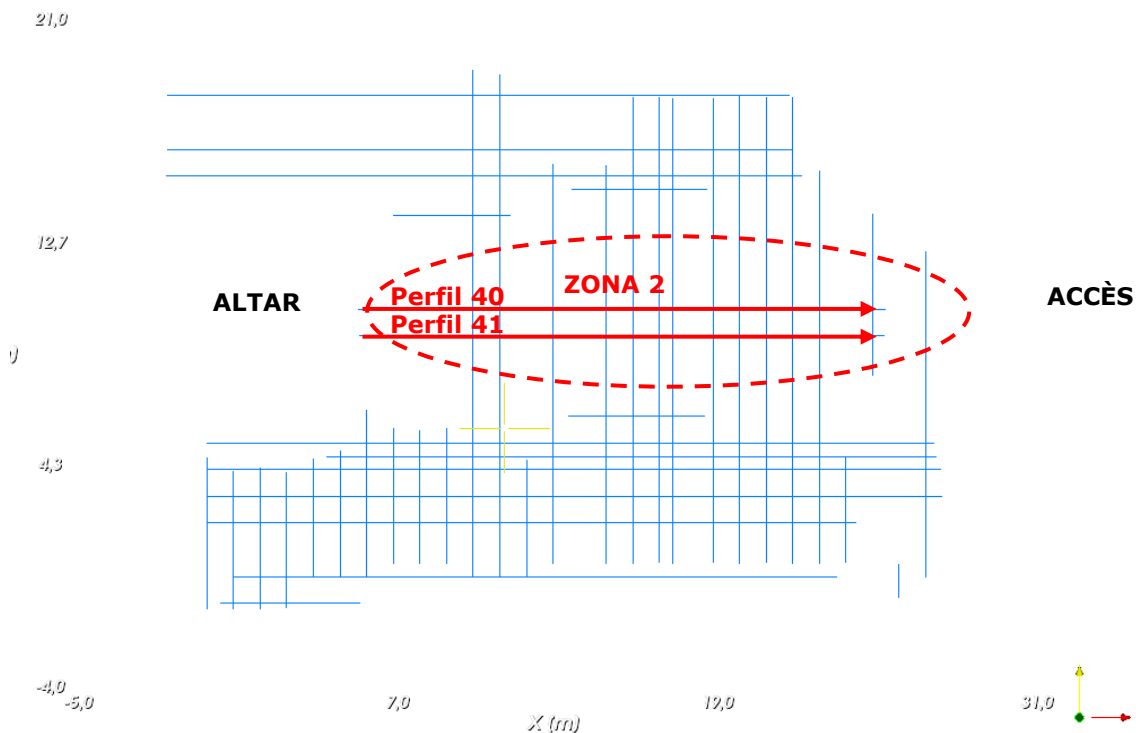


Perfil nº 34: paral·lel a l'anterior, s'observen les anomalies cada 4 a 5 metres.

Les corbes dels extrems dels radargrames, que comencen a una fondària d'uns 2 metres, es podrien correspondre amb la base de la fonamentació de les façanes. També hi ha una resposta força contínua a uns 2-2,5 metres de fondària, que podria correspondre a diferents nivells del replè, o a la base del replè.

2.3.2. ZONA 2

Aquesta anomalia correspon a tota la zona central de l'església.

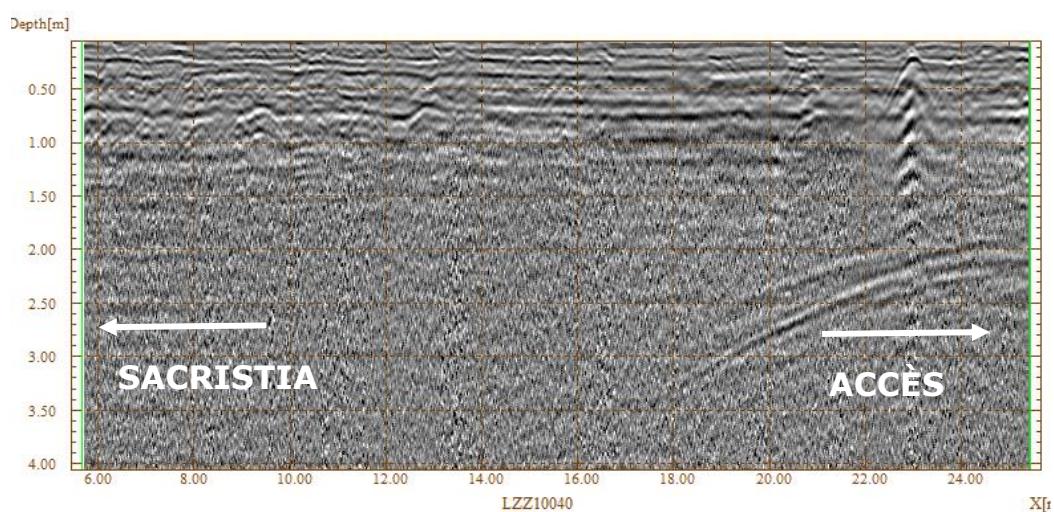


Planta de l'església, amb la situació de l'anomalia '2'.

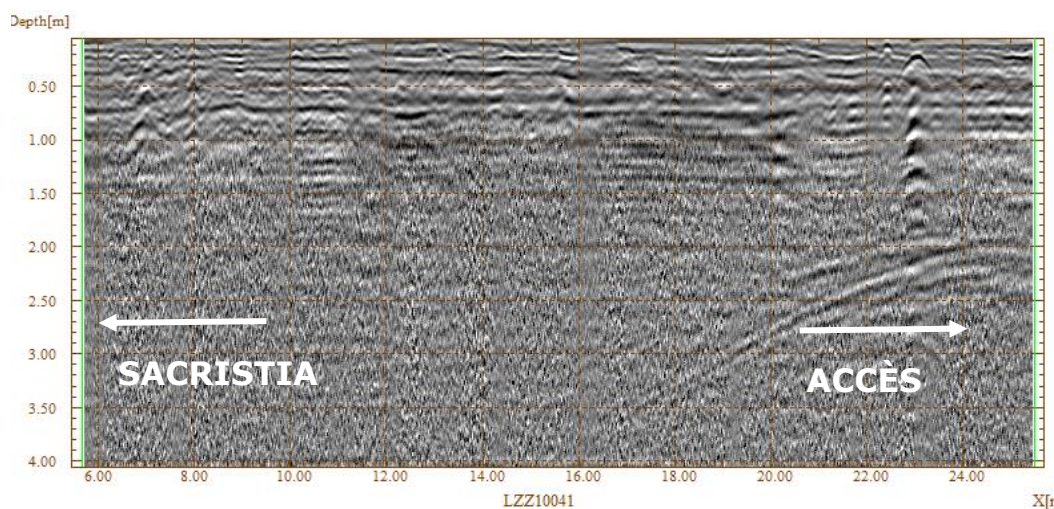
Tota aquesta zona dona respostes força homogènies, i s'interpreten com a terres de replè, disposades en capes o nivells subhoritzontals de gruix decimètric.

La presència de respostes amb línies tan paral·leles a la horitzontal fan pensar en que hi pugui haver un segon paviment per sota l'actual.

En aquesta zona central no s'aprecien respostes que es puguin interpretar com a riostres entre pilars.



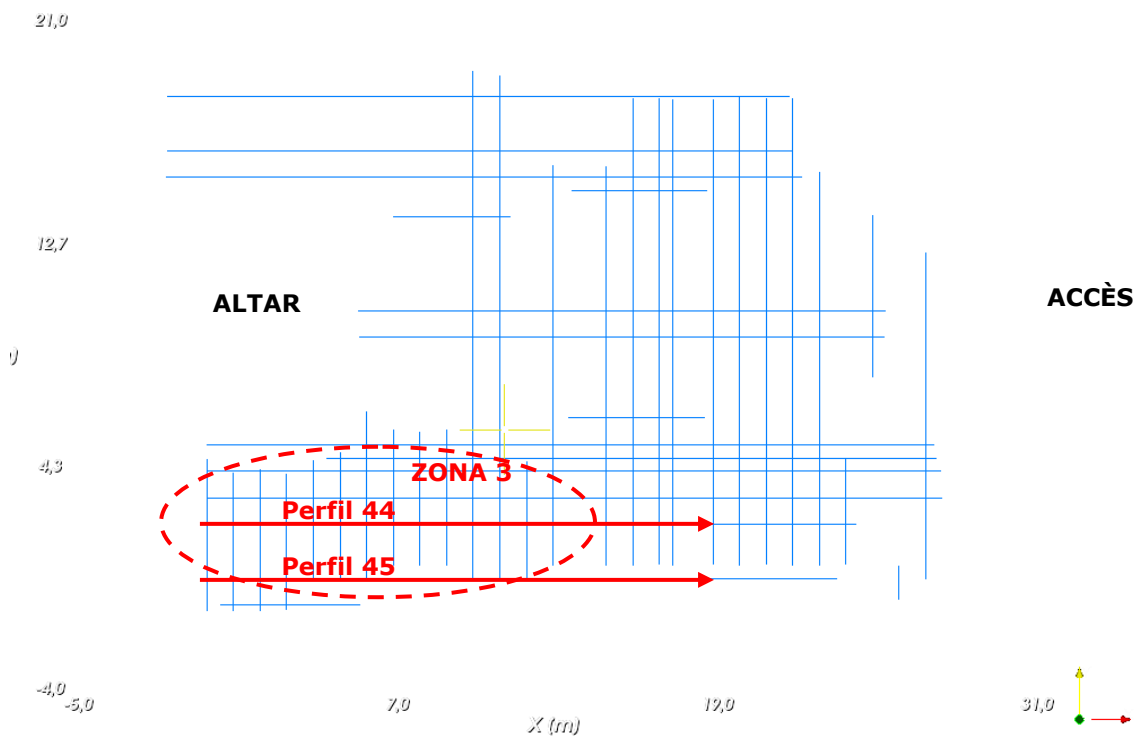
Perfil nº 40: s'observa, prop de la zona d'accés, les corbes que corresponen a la base de la fonamentació, al voltant de 2 metres de fondària.



Perfil nº 41: perfil paral·lel a l'anterior, amb la mateixa resposta. També s'aprecia la corba que puja fins a uns 2 metres de fondària.

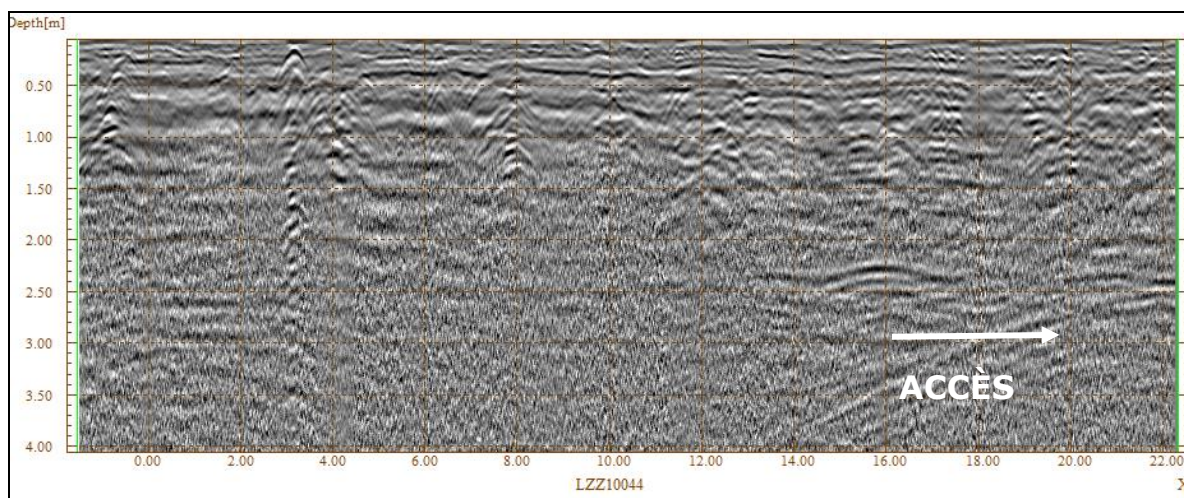
2.3.3. ZONA 3

Aquesta anomalia es troba al terç Sud-Oest, i correspon a l'altre zona lateral de l'església.

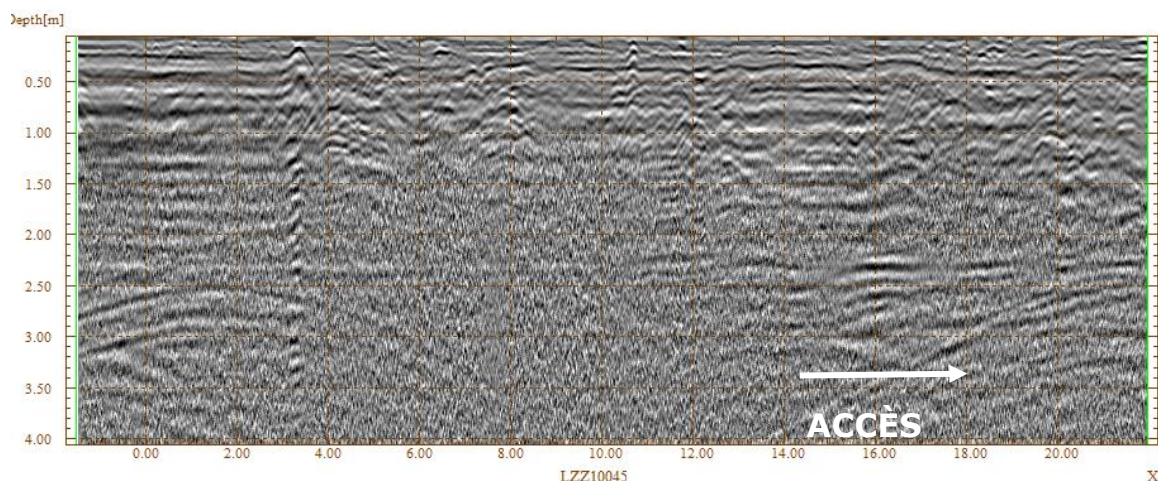


Planta de l'església, amb la situació de l'anomalia '3'.

En aquesta zona les respostes obtingudes són més heterogènies que a la zona central.



Perfil n° 44: paral·lel a l'anterior, s'observen les anomalies cada 4 a 5 metres.

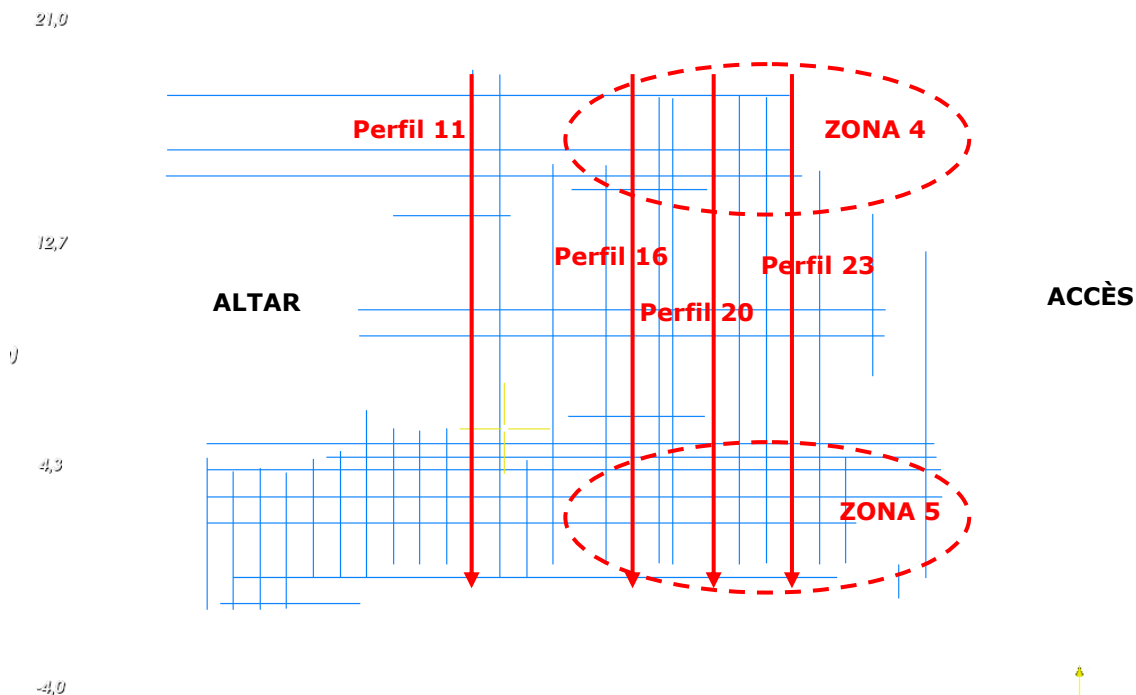


Perfil nº 45: paral·lel a l'anterior.

En aquest sector no s'observen estructures que es poguessin correspondre amb arriostaments entre pilars. Sí que s'aprecia moltes línies horitzontalitzades, que creiem corresponen a diferents nivells o capes de replè. Tampoc es pot descartar la presència d'un paviment per sota l'actual.

2.3.4. ZONES 4 i 5

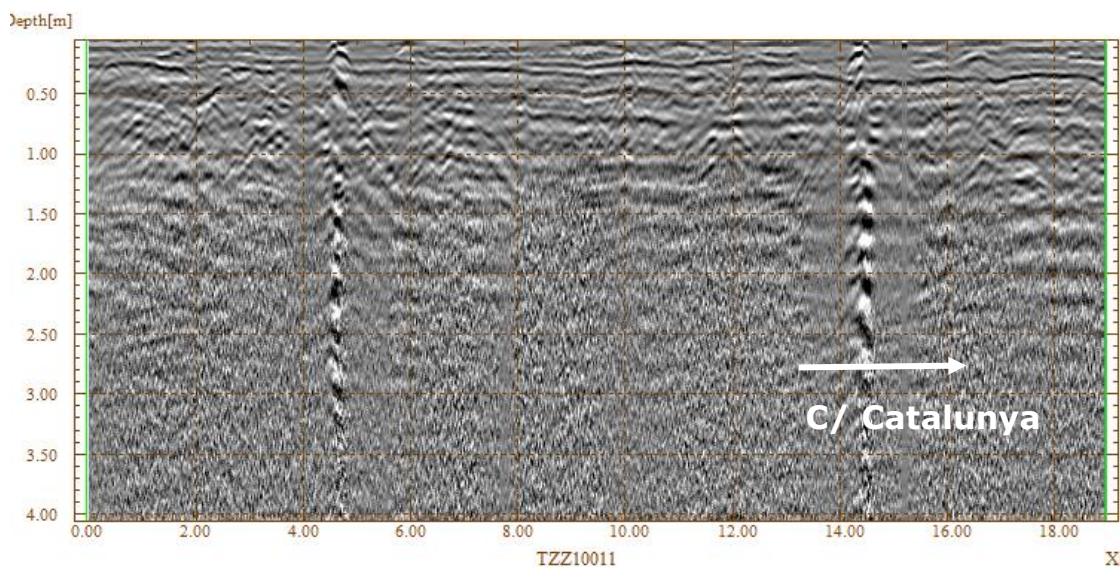
En els perfils transversals s'observen unes anomalies o respostes que es concentren a la meitat Sud dels laterals de l'església.



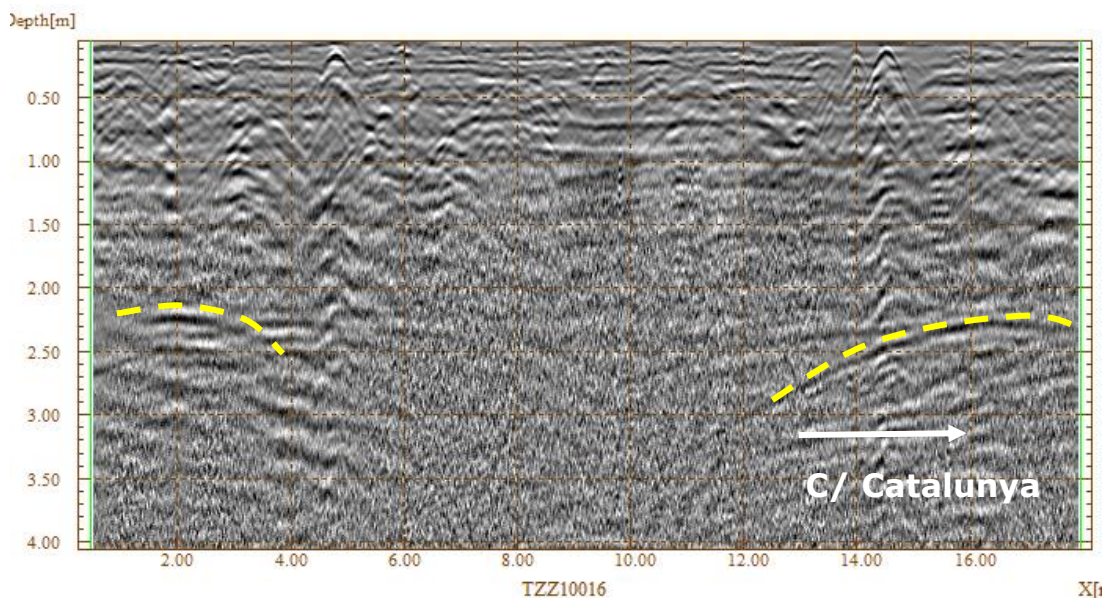
Planta de l'església, amb la situació de les anomalies '4' i '5'.

Al perfil nº 11, fora d'aquesta zona, no s'observa cap anomalia tret de les comentades anteriorment, i les d'unes reflexions molt marcades degudes a serveis molt superficials, ja coneguts.

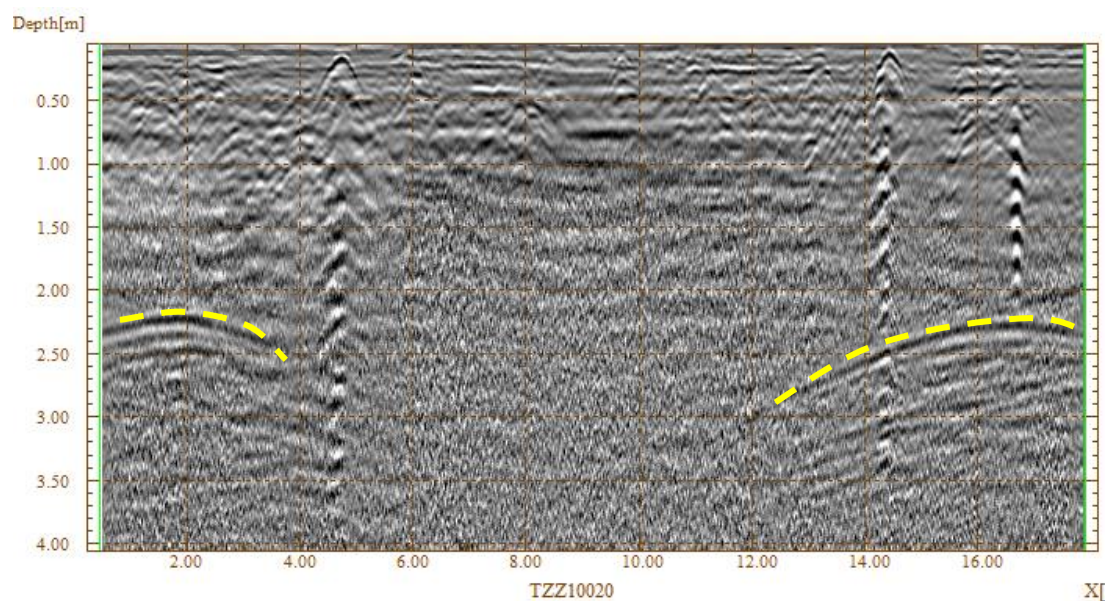
Als altres tres radargrames (perfils nº 16, 20 i 23) apareixen, entre 2 i 2,5 metres de fondària, dues respostes amb forma corba, una a cada lateral de l'església, que es podrien correlacionar amb l'existència d'algun servei o estructura soterrada, en direcció paral·lela a les façanes laterals de l'església (dibuixades al radargrama en color groc).



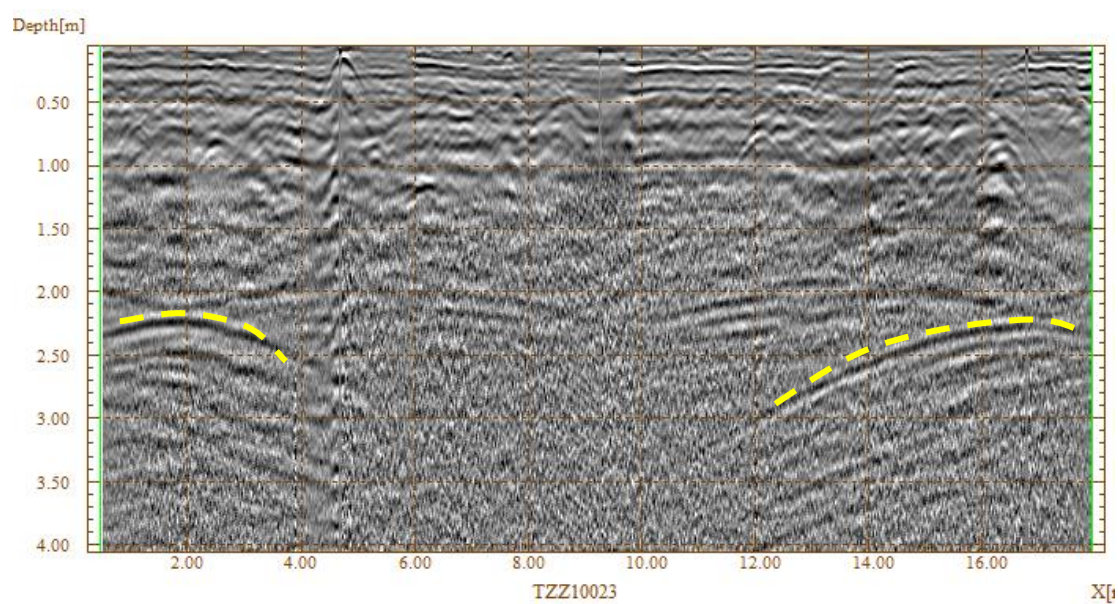
Perfil nº 11.



Perfil nº 16.



Perfil nº 20.

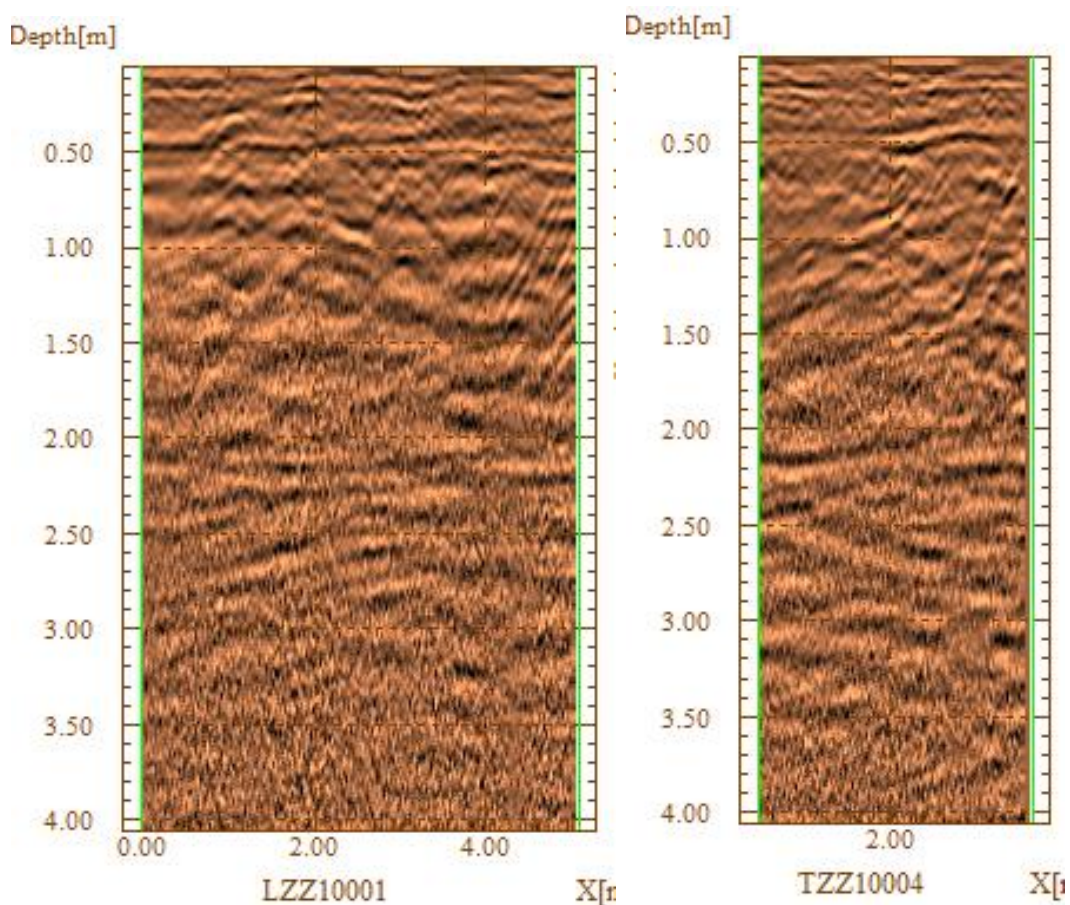


Perfil nº 23.

2.3.5. SAGRISTIA

A la sala de la sagristia s'han pogut passar 4 perfils, 2 en sentit longitudinal i dos en sentit transversal.

Els perfils són curts ja que la sala és de reduïdes dimensions, factor que redueix una visió més global del subsòl.



Perfils efectuats a l'interior de la sagristia.

Als perfils efectuats a la sala de la sagristia s'observen respostes força heterogènies, que corresponen a terres de replé.

No s'aprecien respostes clares que es poguessin correlacionar amb estructures.

3. RESUM I CONCLUSIONS

Un cop analitzada tota la informació que s'ha extret de l'auscultació, les principals conclusions són:

- Les naus laterals de l'església tenen un subsòl més heterogeni que el cos central.
- En cap radargrama o perfil s'aprecien cavitats o zones buides, però sí zones on el terreny és molt canviant.
- Per les respostes dels radargrames s'intueix que la fonamentació del perímetre es troba a uns 2 metres de fondària respecte l'interior de l'església. Per la senyal de les ones interpretem que a la zona de façana hi ha un fonament fet en rasa, d'amplada similar al gruix de la paret de façana.
- Per la repetició rítmica als perfils longitudinals, creiem que a la nau Nord-Est de l'església els pilars de façana estan arriestrats amb els pilars del cos central.
- Entre la nau Sud-Oest i la nau central, no s'observen estructures que es puguin interpretar com a riostres.
- Les anomalies 4 i 5, que corresponen a les zones laterals de la façana principal, presenten unes respostes amb forma corba molt homogènies entre 2 i 2,5 metres de fondària. Es podria correspondre amb alguna estructura enterrada (restes de fonaments, serveis, restes de clavegueram,...). A aquesta fondària, fent una extrapolació, hi hauria terres de replè, tot i que en aquesta zona Sud no hi ha sondejors.
- En algunes zones dels laterals de l'església hi ha respostes heterogènies de 1 a 2 metres de longitud, que no tenen continuïtat en els perfils consecutius, i podrien correspondre a restes d'estructures soterrades, com per exemple restes de fonamentacions, blocs de roca, abans de ser semienderrocada durant la guerra.

Restem a la seva disposició per a qualsevol dubte referent al present informe.

Barberá del Vallés, 24 de Febrer de 2015




Teodoro González
Geòleg Col·legiat nº 4897
Director General

ANEXO 5

*Estudio previo de reparación estructural de la Iglesia de Sant Joan Baptista
Parroquia de Sant Joan Despí
Julio 2012*



**ESTUDIO PREVIO DE REPARACION ESTRUCTURAL
DE LA IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTE**

PARROQUIA DE SANT JOAN DESPÍ

JULIO 2012

FOTOGRAFIAS DE LA RECONSTRUCCION DEL TEMPLO EN EL AÑO 1940

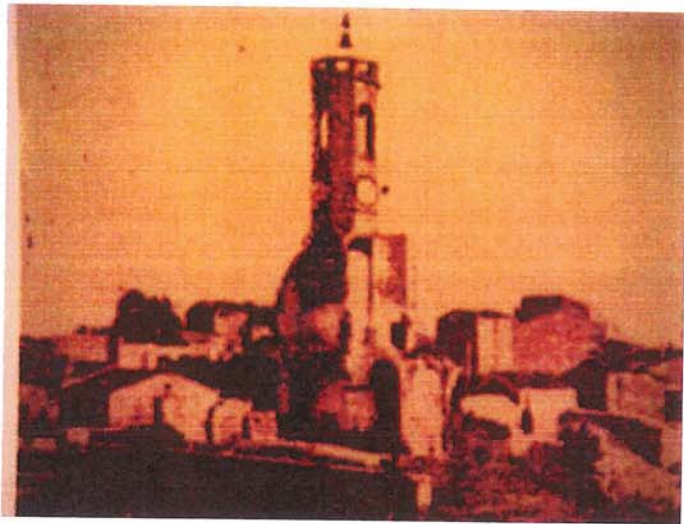


Imagen anterior a la reconstrucción

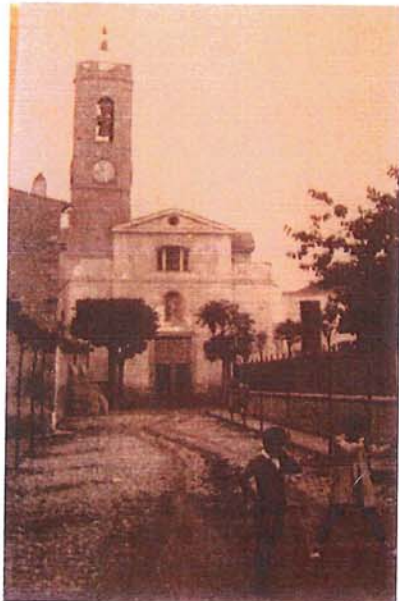


En el inicio de la reconstrucción

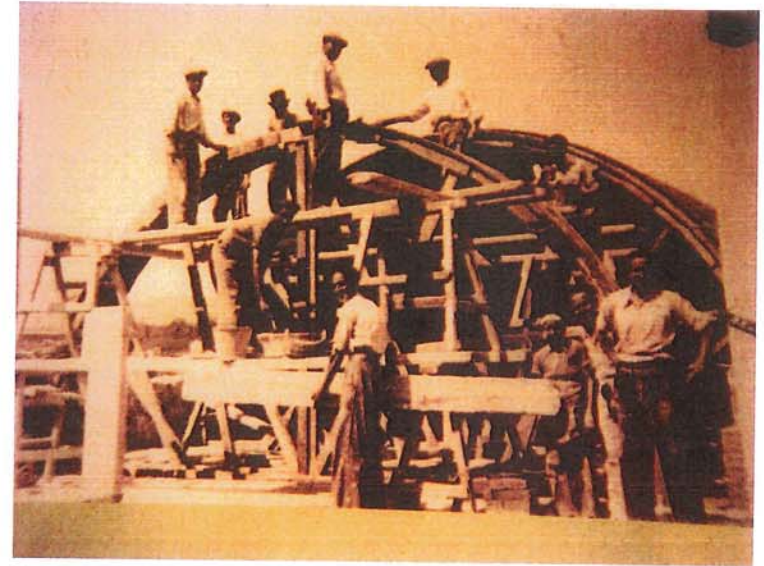
DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



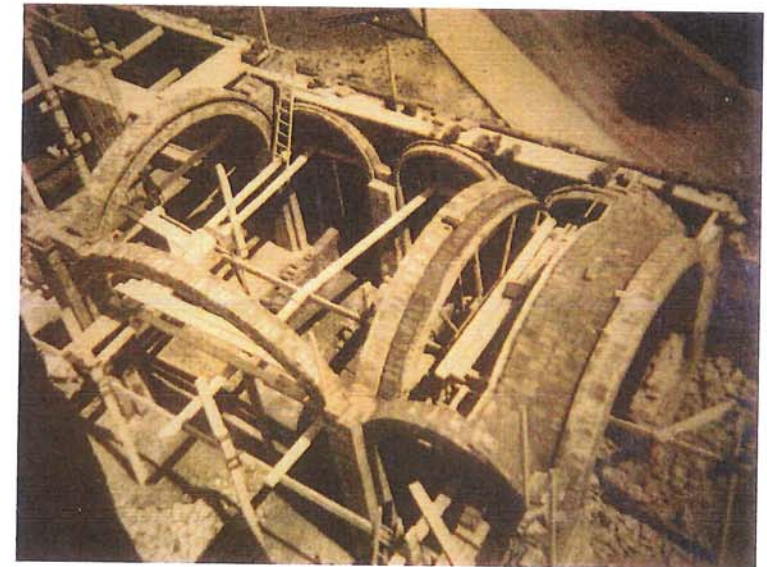
Fachada a la Plaça de l' Església anterior al año 1.936, fecha en que fue incendiada.



Actual Carrer del Bon Viatge



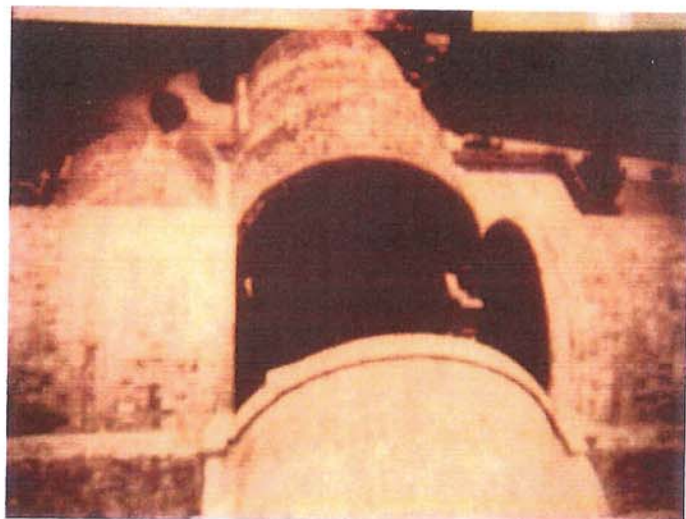
Realizando las bóvedas



Trazando los arcos para soportar las bóvedas.



Refuerzo de pilares



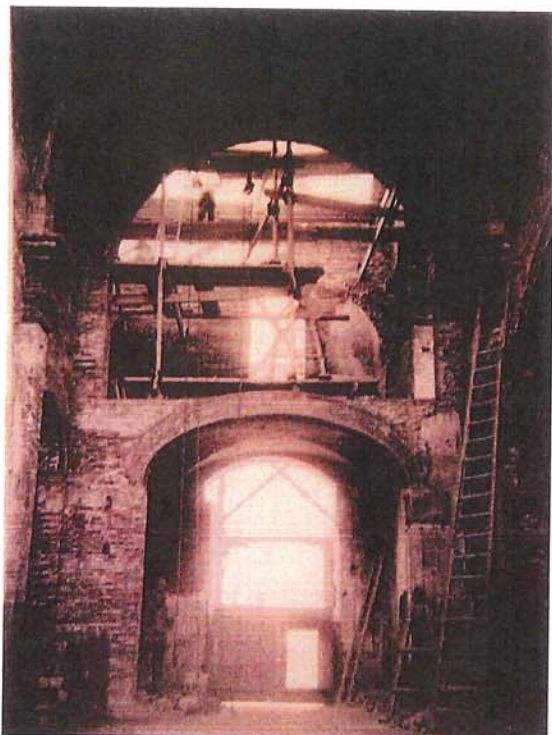
Antes de cerrar el crucero y levantar el cimborrio.



Antes de cubrir las bóvedas.



Levantando el cimborrio.

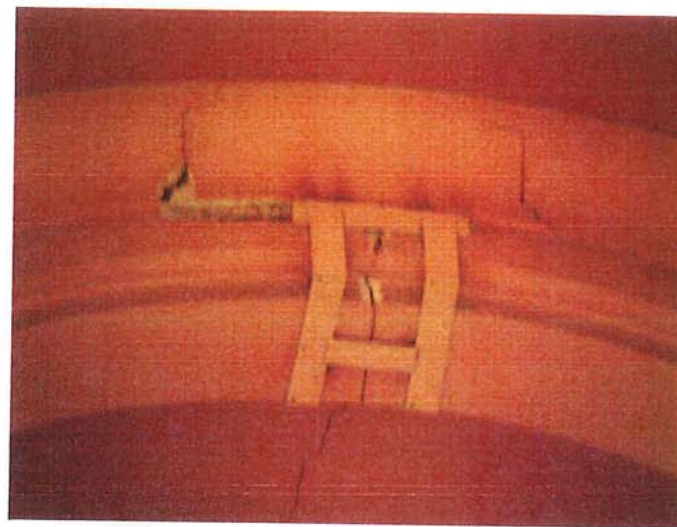


Interior del templo. Acceso

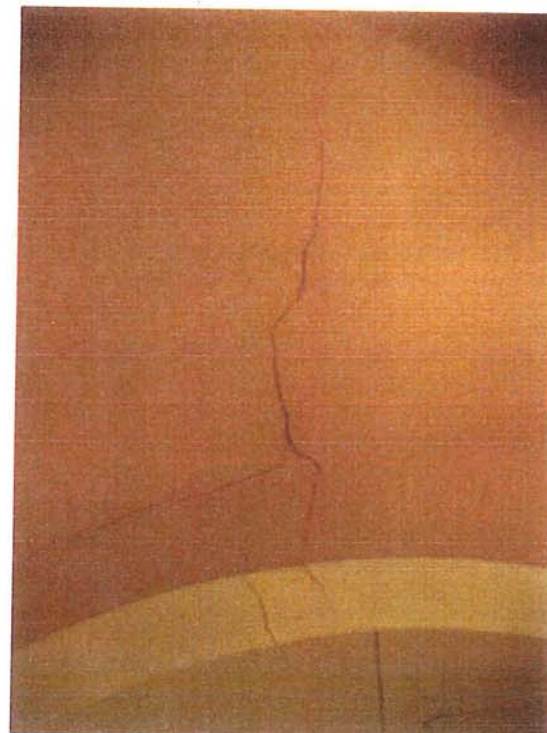


Arcos en el espacio bajo cubierta en la fachada nor-este.

DOCUMENTACION FOTOGRAFICA DE LAS PATOLOGIAS EXISTENTES



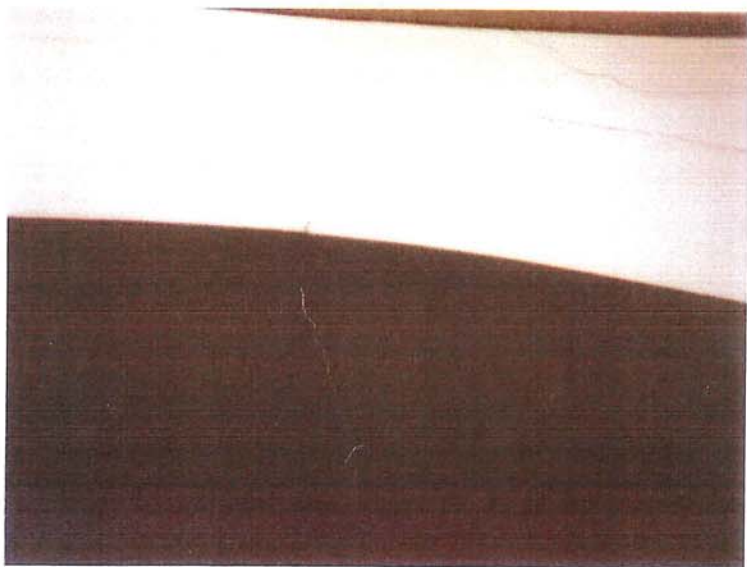
Refuerzo provisional en el arco existente sobre el altar mayor.



Grietas en bóvedas del crucero



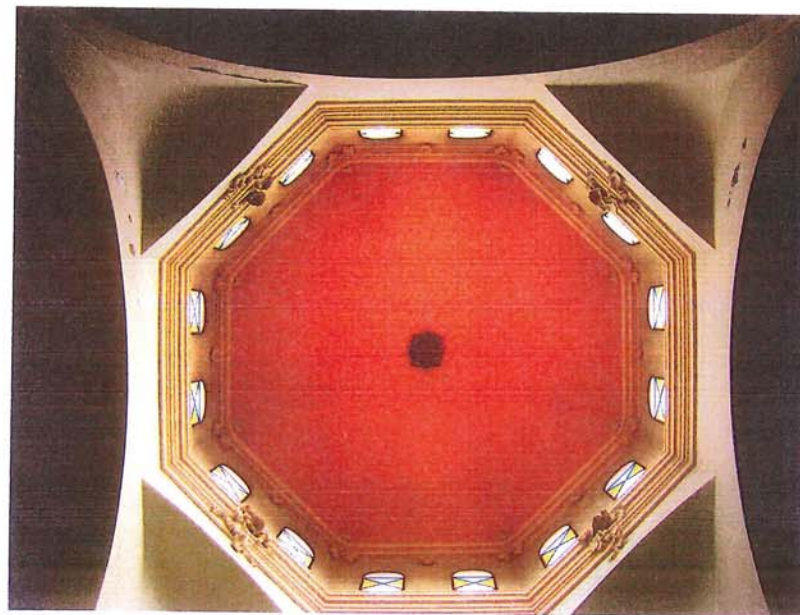
Interior de la sacristía



Testigos en los arcos del crucero



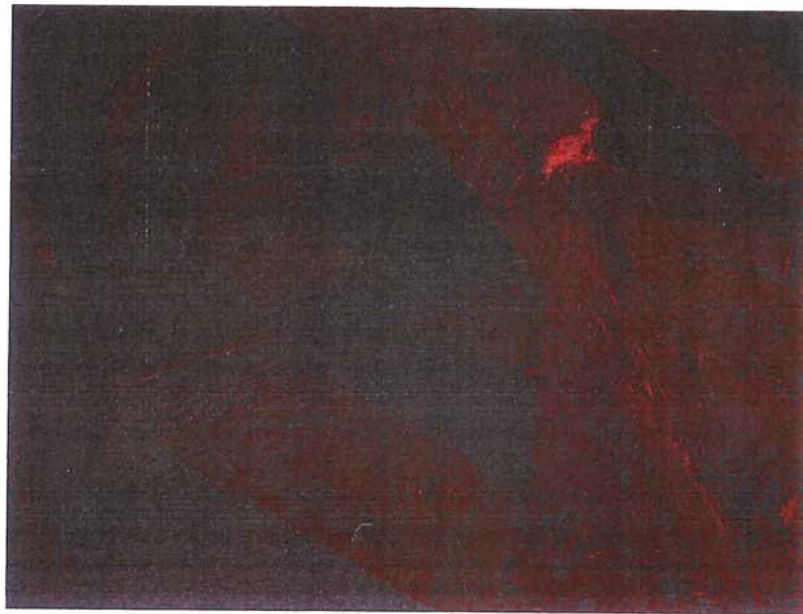
Grietas en el trazado de los arcos de descarga del cimborrio.



Planta cenital de la bóveda del cimborrio



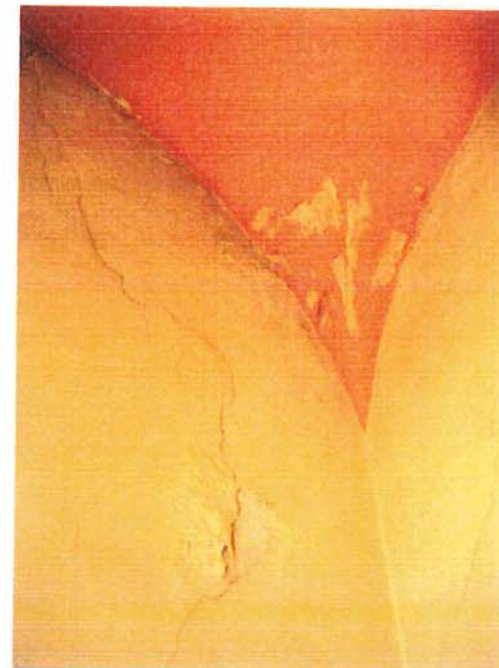
Arcos en espacio bajo cubierta del ala nor-este



Fisuras en arcos pese a los refuerzos realizados con posterioridad a su ejecución



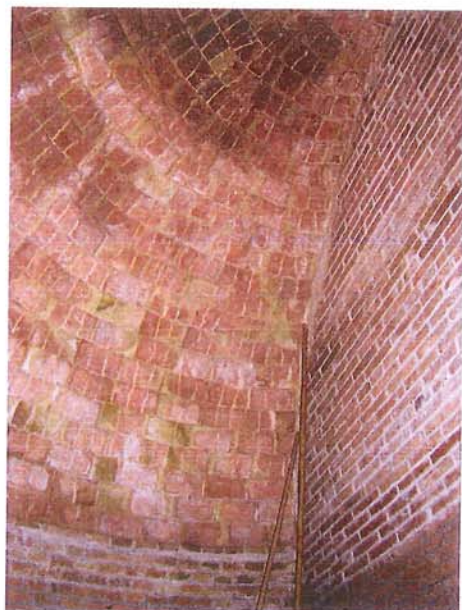
Grietas en la capilla del Santísimo



Grietas y humedades por filtraciones



Grietas por falta de ligado de la fábrica de ladrillo, realizado con posterioridad.



Vista del interior de los absidiolos

Consulta del Ciudadano por Localización

¿Cómo se pueden obtener datos protegidos (titularidad y valor catastral) de los inmuebles y certificados telemáticos de los mismos?

■ Cartografía



Cartografía
Catastro

Cartografía
Internet

Consulta
Descriptiva
y Gráfica (PDF)

Ayuda descarga

Datos del Bien Inmueble

Referencia catastral 1101201DF2810A0001TD  Obtener etiqueta  Copiar referencia al portapapeles

Localización PZ ESGLESIA 1
08970 SANT JOAN DESPI (BARCELONA)

Clase Urbano

Superficie (**) 1.338 m²

Coefficiente de participación 100,000000 %

Uso Religioso

Año construcción local principal 1936

Datos de la Finca en la que se integra el Bien Inmueble

Localización PZ ESGLESIA 1
SANT JOAN DESPI (BARCELONA)

Superficie construida 1.338 m²

Superficie suelo 2.871 m²

Tipo Finca Parcela con un unico inmueble

Elementos Construidos del Bien Inmueble

Uso	Escalera	Planta	Puerta	Superficie catastral (m ²)
RELIGIOSO	T	OD	OS	882
VIVIENDA	T	OD	OS	183
ALMACEN	T	OD	OS	238
ALMACEN	T	OD	OS	25
ALMACEN	T	OD	OS	10

Volver

(**) Definición de superficie

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
1101201DF-2810A0001TD

DATOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN		
PZ ESGLESIA 1		
08970 SANT JOAN DESPI [BARCELONA]		
USO LOCAL PRINCIPAL	Religioso	AÑO CONSTRUCCIÓN 1936
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN 100,000000		SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²) 1.338

DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE

SITUACIÓN		
PZ ESGLESIA 1		
SANT JOAN DESPI [BARCELONA]		
SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²) 1.338	SUPERFICIE SUELO (m²) 2.871	TIPO DE FINCA Parcela con un unico inmueble

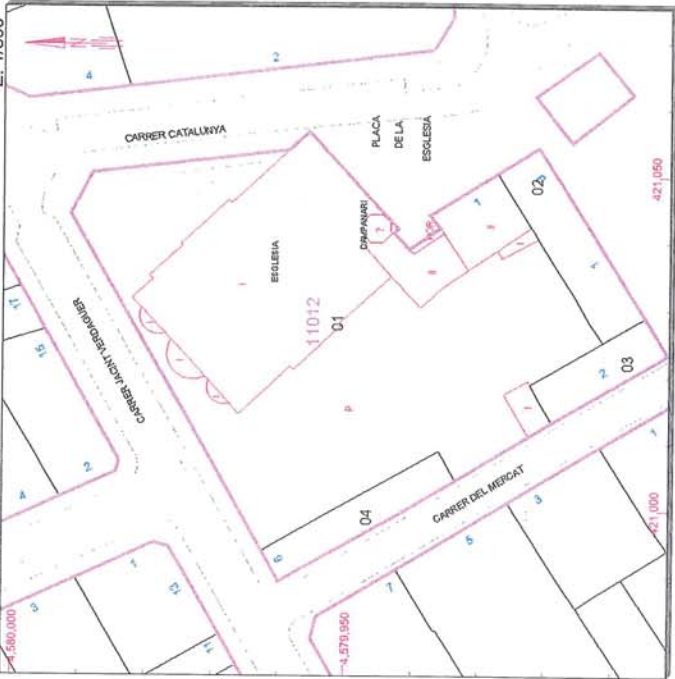
ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Uso	Escala	Planta	Puerta	Superficie m²
RELIGIOSO				882
VIVIENDA				163
ALMACEN				238
ALMACEN				25
ALMACEN				10

Municipio de SANT JOAN DESPI Provincia de BARCELONA

INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/800

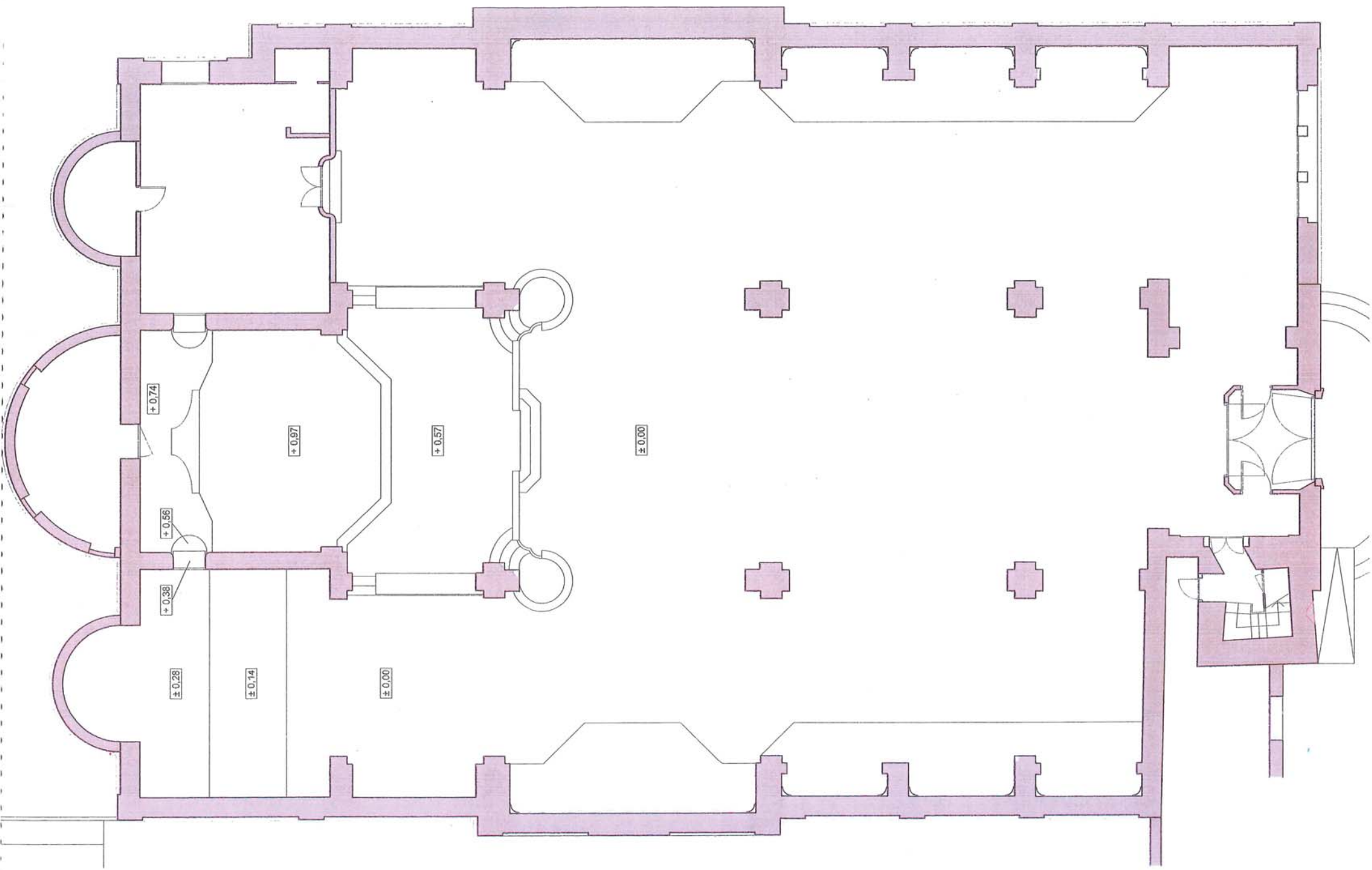


Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Martes , 14 de Agosto de 2012

421.050 Coordenadas UTM en metros
421.050 Límite de Parcela
421.050 Límite de Construcción
421.050 Mobiliario y aceras
421.050 Límite zona verde
421.050 Hidrografía



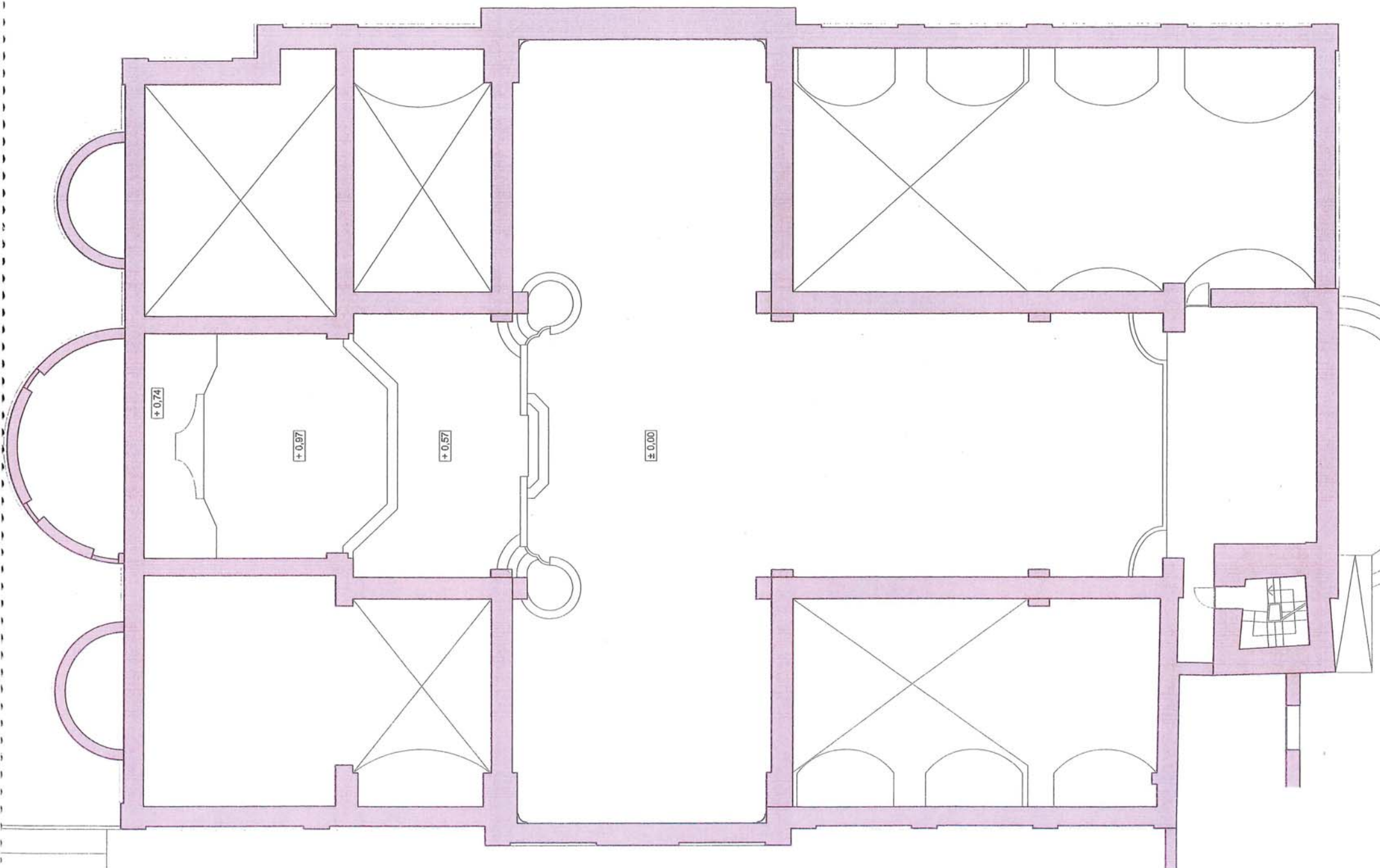


PLANTA

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

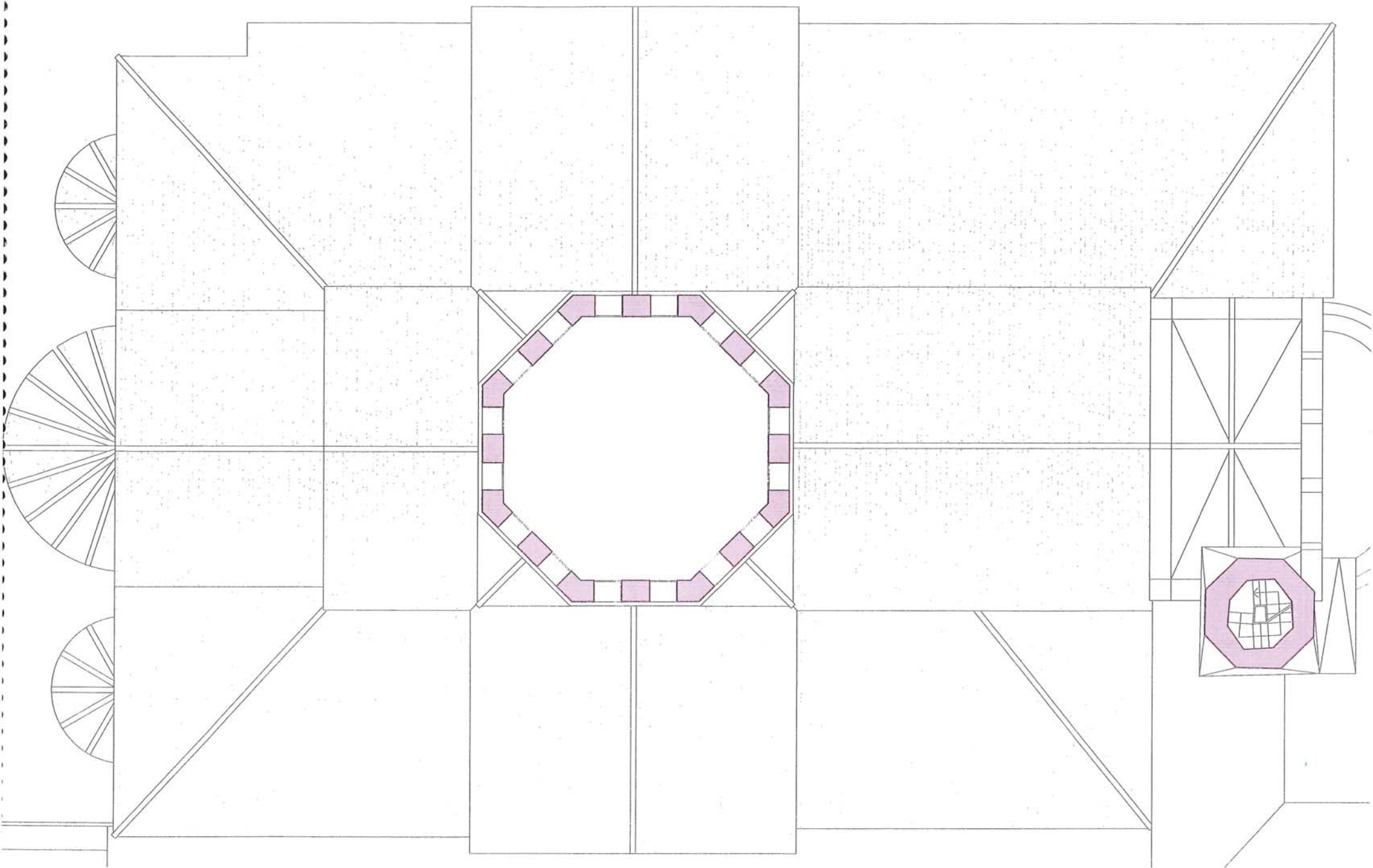


PLANTA ESTRUC. COBERTA

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

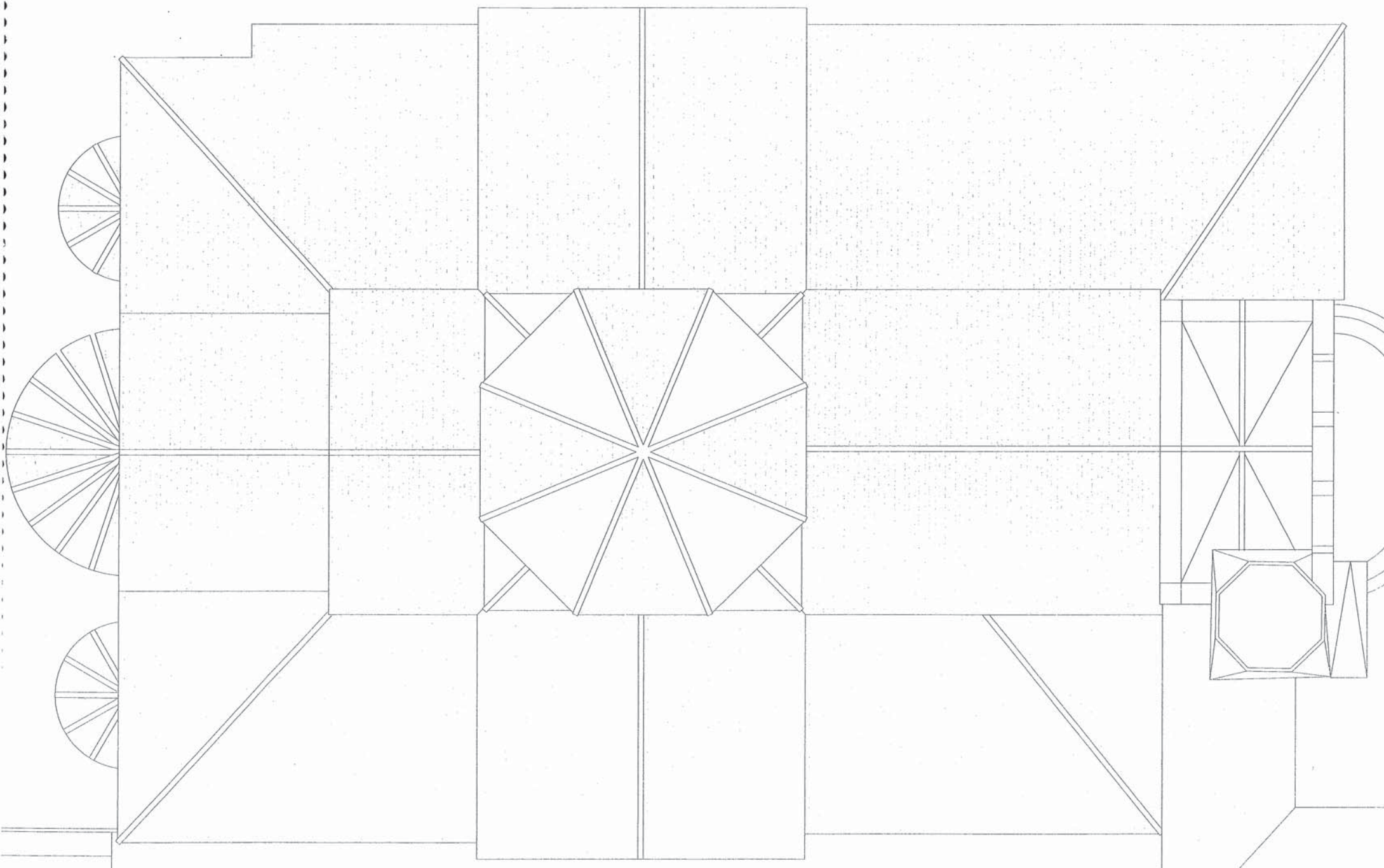


PLANTA COBERTA

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

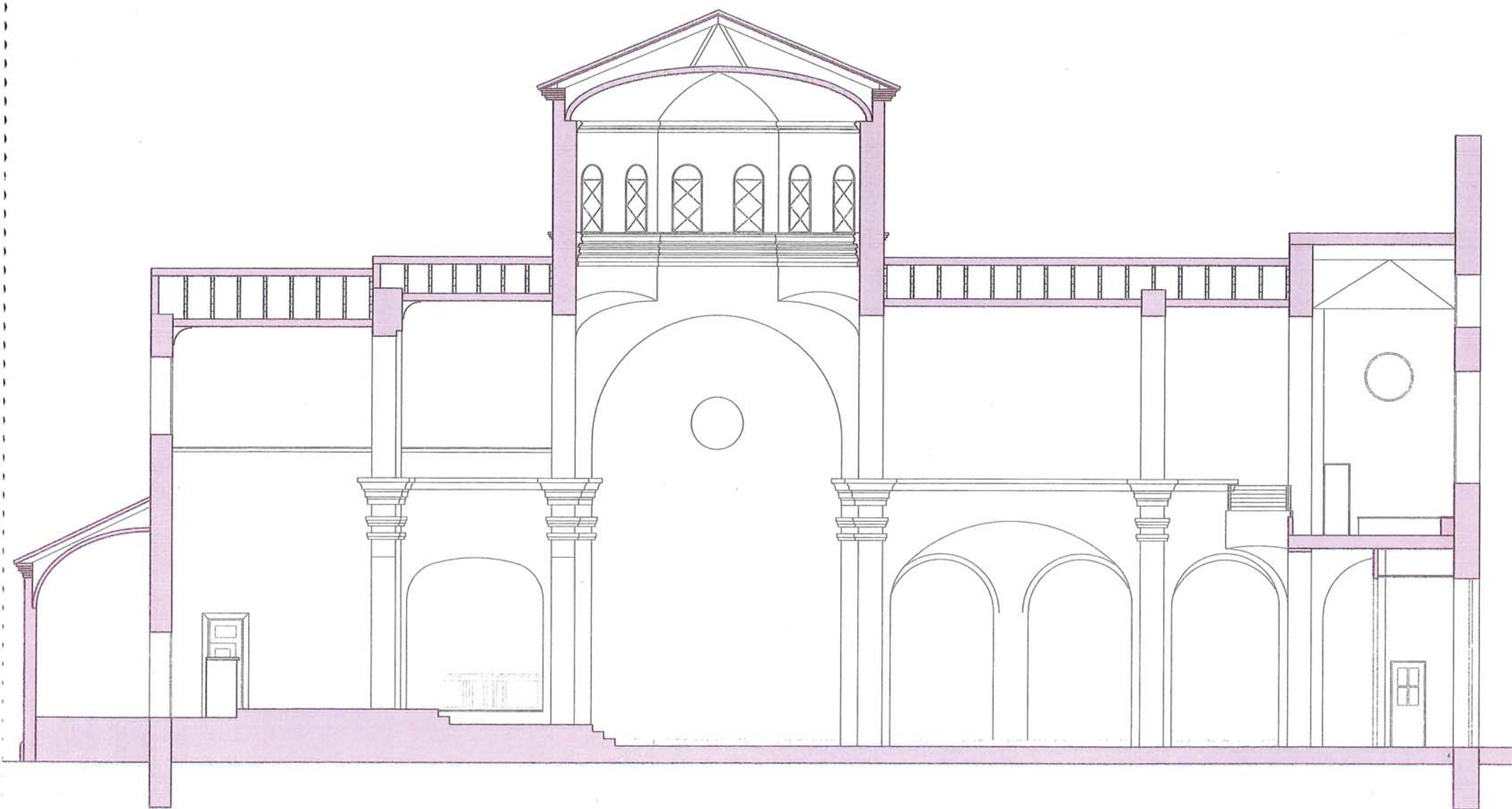


PLANTA COBERTA

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

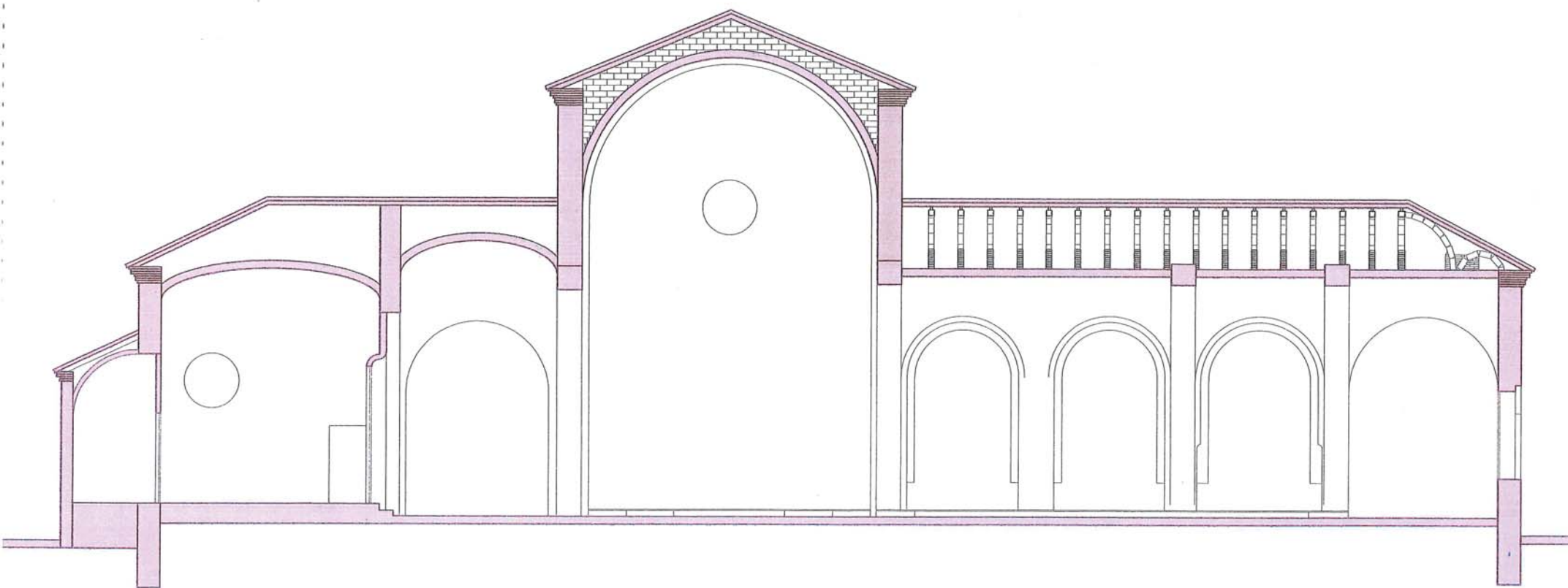


SECCIÓ LONGITUDINAL 1

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

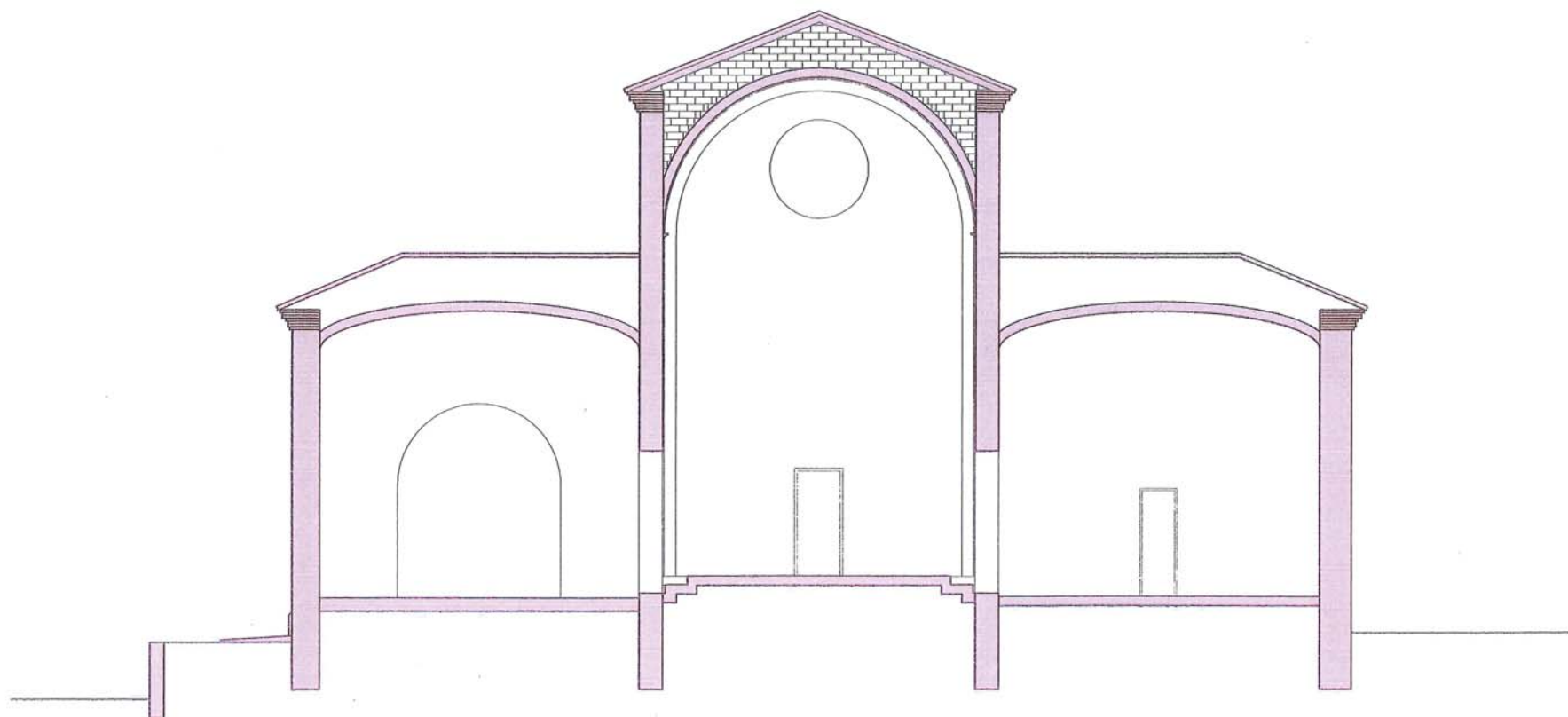


SECCIÓ LONGITUDINAL 2

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

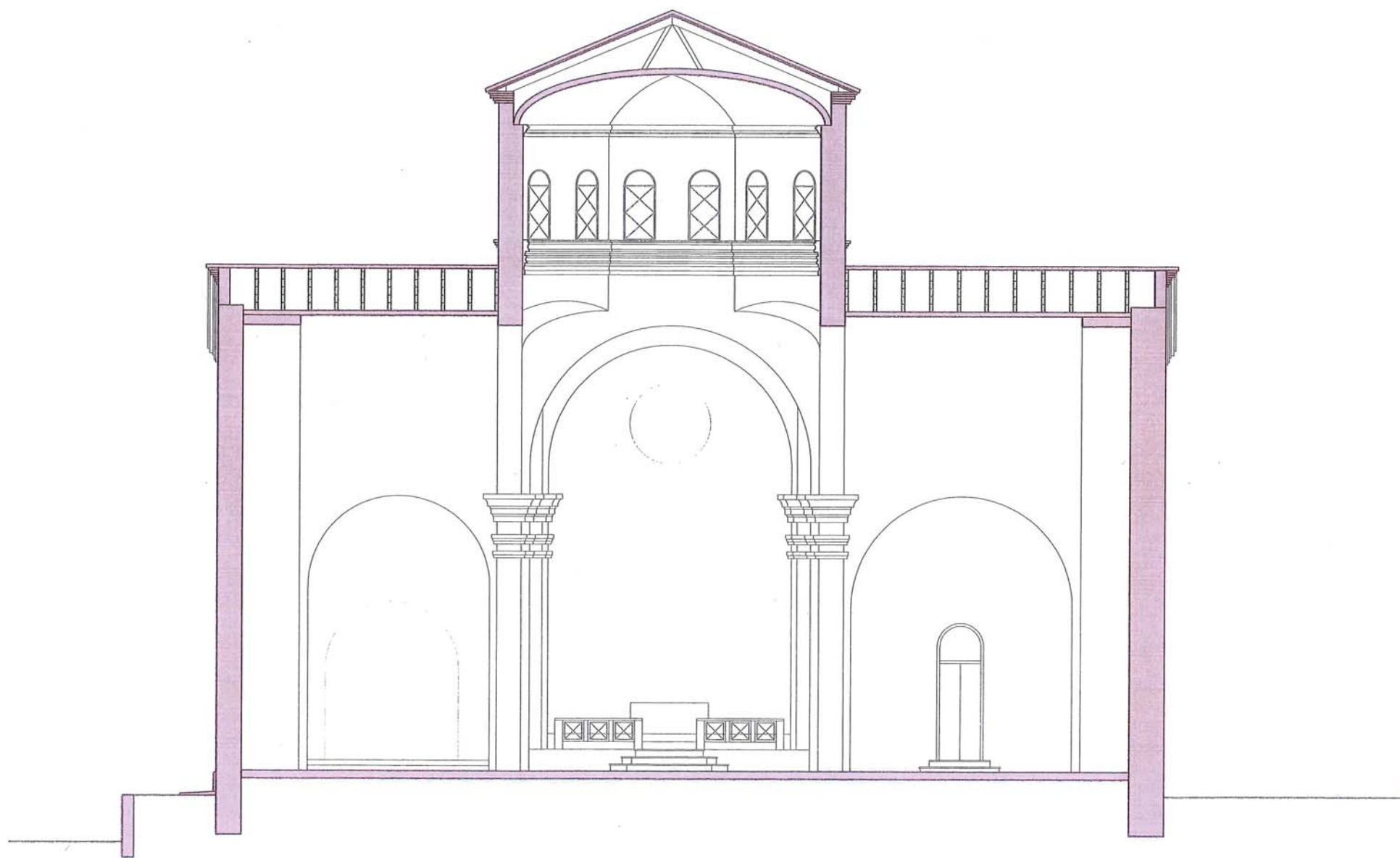


SECCIÓ TRANSVERSAL 1

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

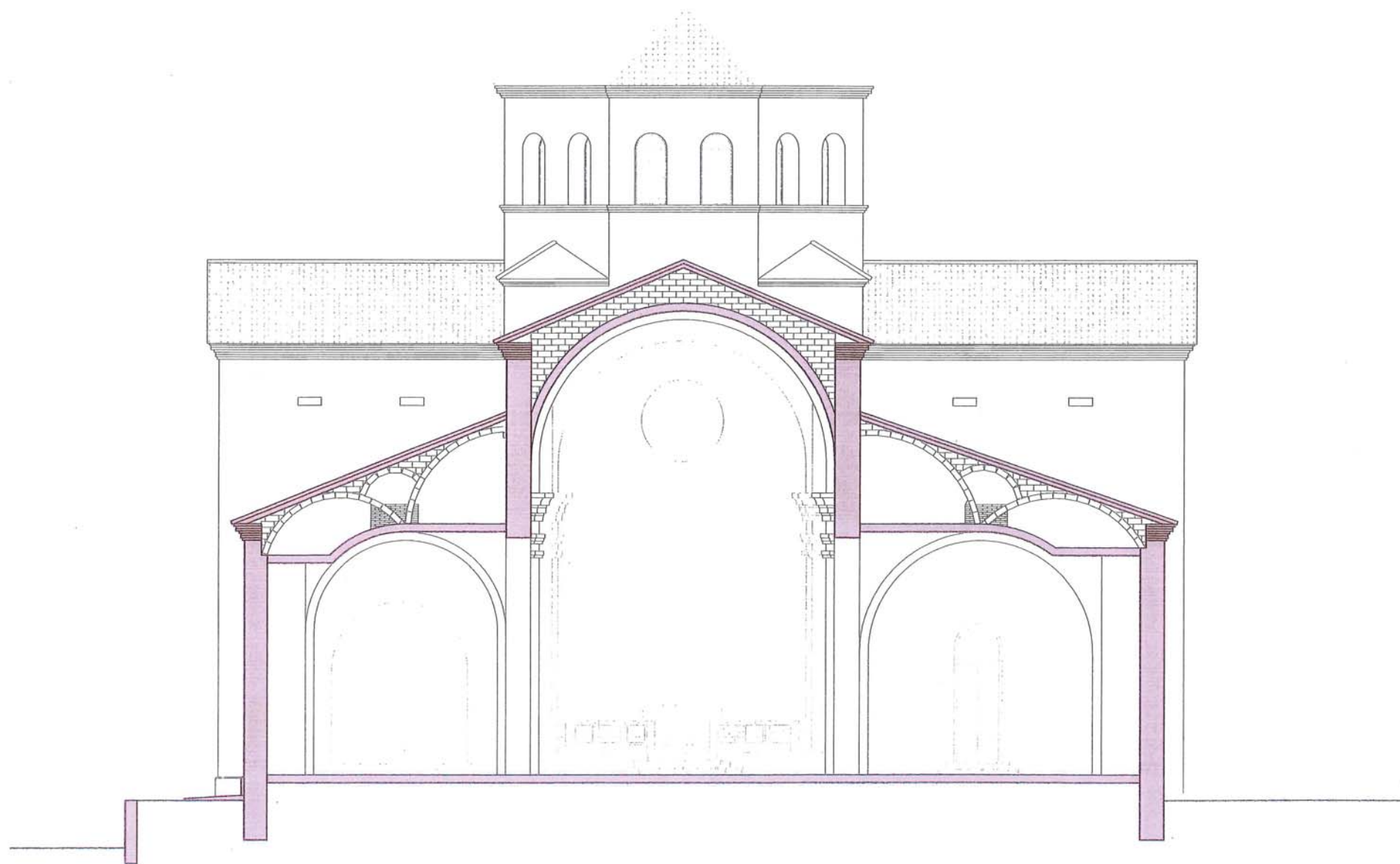


SECCIÓ TRANSVERSAL 2

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011



SECCIÓ TRANSVERSAL 3

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

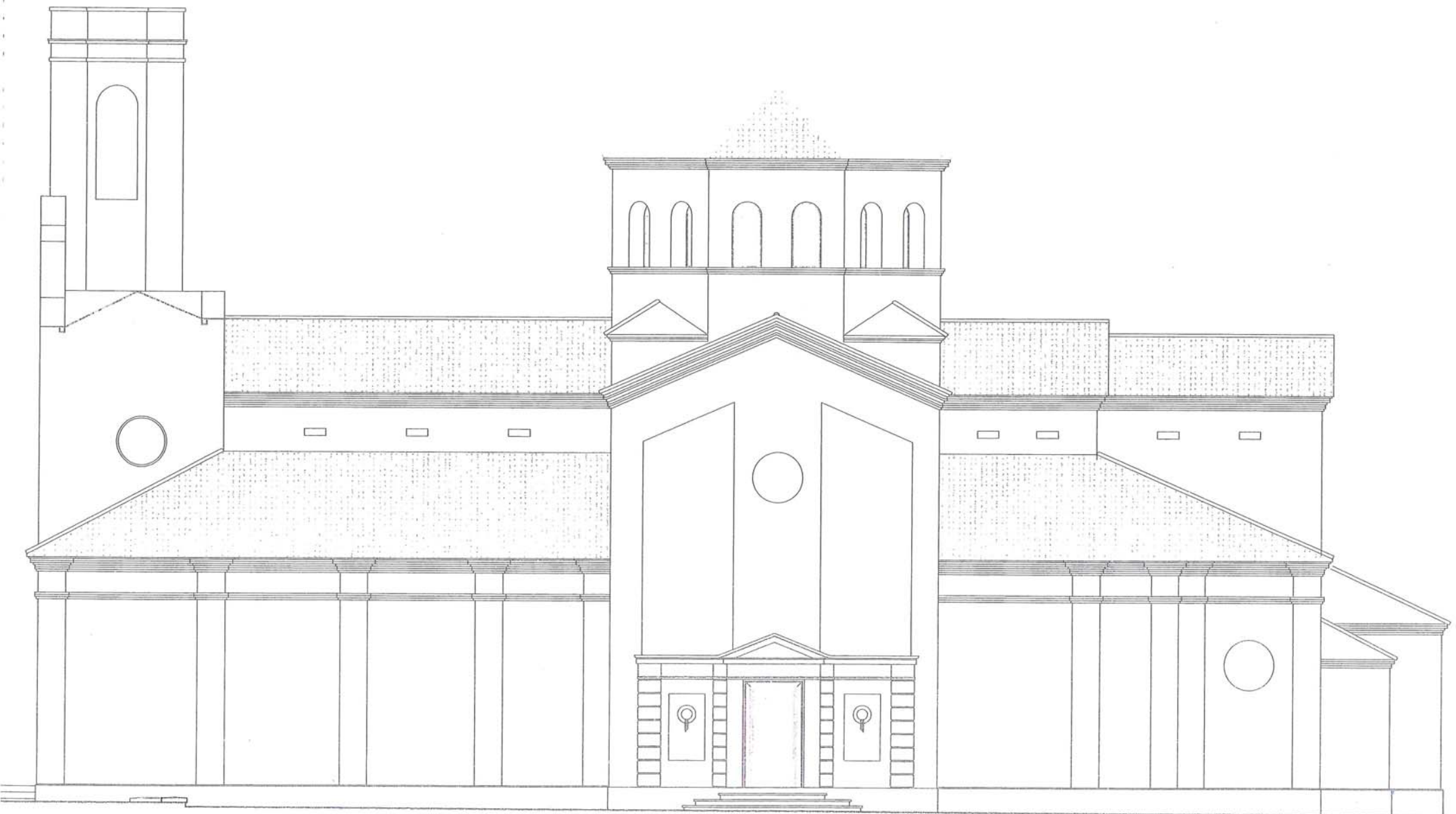


ALÇAT 1

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1, Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

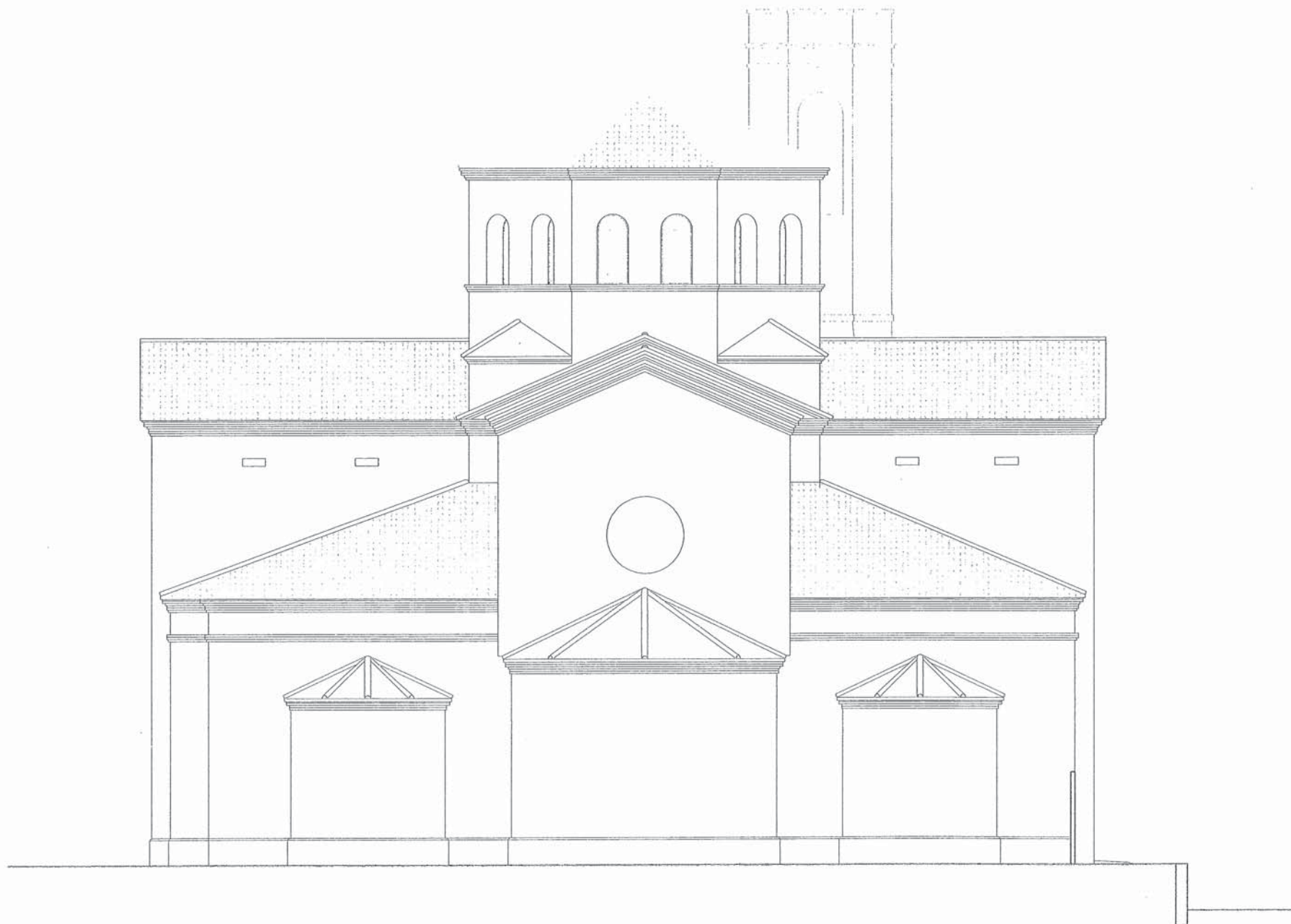


ALÇAT 2

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Al·locament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

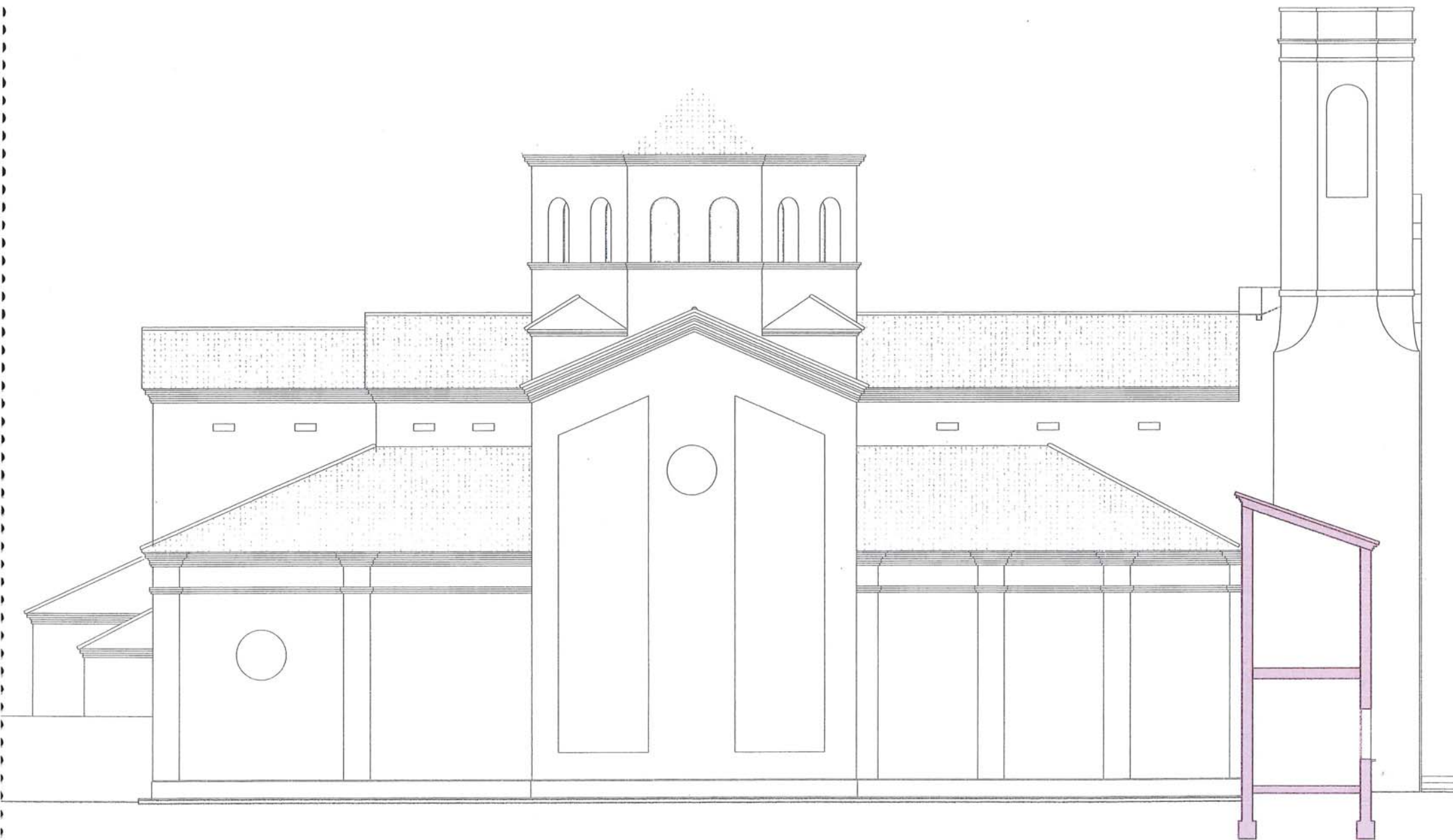


ALÇAT 3

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011



ALÇAT 4

E: 1/100

PARRÒQUIA DE SANT JOAN
BAPTISTE

Plaça de l'església, 1. Sant Joan Depsi
Aixecament de plànols. Estat actual. Setembre 2011

ANEXO 6

Cálculos para el diseño y dimensionamiento de columnas de Jet Grouting

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS DE JET GROUTING PARA EL MURO PERIMETRAL (ZAPATA CORRIDA)

1. Comprobación resistencia a compresión simple:

TRAMO	Kg muros	Kg cubierta	Longitud tramos (m)	Ancho zapata (m)	Superficie zapata (m2)	Carga transmitida (kg)	Aarga transmitida por columna (kg/columna)	Diámetro columna jet (cm)	RCS por columna (kg/cm2)	FS	¿Cuánto aguanta una columna (kg)?	Separación entre columnas (m)	nº columnas
1	102.330	4.644	7,40	2,50	18,50	106.974,00	53.487,00	80,00	40	3	67.020,64	4,00	2,00
2	32.328	5.396	4,70	2,50	11,75	37.724,40	37.724,40	80,00	40	3	67.020,64	8,00	1,00
3	21.150	9.315	8,80	2,50	22,00	30.465,00	30.465,00	80,00	40	3	67.020,64	19,00	1,00
4	48.906	15.412	7,50	2,50	18,75	64.317,60	32.158,80	80,00	40	3	67.020,64	7,00	2,00
5	83.385	11.689	6,20	2,50	15,50	95.074,20	47.537,10	80,00	40	3	67.020,64	4,00	2,00
6	40.824	12.907	7,70	2,50	19,25	53.731,44	53.731,44	80,00	40	3	67.020,64	9,00	1,00
7,1	9.990	3.338	2,60	2,50	6,50	13.327,92	13.327,92	80,00	40	3	67.020,64	13,00	1,00
7,2	33.192	3.958	5,60	2,50	14,00	37.150,20	37.150,20	80,00	40	3	67.020,64	10,00	1,00
7,3	12.744	3.204	2,70	2,50	6,75	15.948,00	15.948,00	80,00	40	3	67.020,64	11,00	1,00
8	36.504	11.246	6,70	2,50	16,75	47.750,40	47.750,40	80,00	40	3	67.020,64	9,00	1,00
9	83.385	9.490	6,20	2,50	15,50	92.874,60	46.437,30	80,00	40	3	67.020,64	4,00	2,00
10	68.805	18.864	13,50	2,50	33,75	87.669,00	43.834,50	80,00	40	3	67.020,64	10,00	2,00
P-15	18.720	18.834	3,50	2,50	8,75	37.553,94	37.553,94	80,00	40	3	67.020,64	6,00	1,00
P-19	18.720	17.870	3,50	2,50	8,75	36.589,50	36.589,50	80,00	40	3	67.020,64	6,00	1,00
A-20	4.104	2.045	3,90	2,50	9,75	6.148,80	6.148,80	80,00	40	3	67.020,64	42,00	1,00
A-21	8.496	5.926	7,10	2,50	17,75	14.421,60	14.421,60	80,00	40	3	67.020,64	32,00	1,00
A-22	4.104	2.045	3,90	2,50	9,75	6.148,80	6.148,80	80,00	40	3	67.020,64	42,00	1,00
													22,00

2. Comprobación tensión admisible > tensión real:

TRAMO	Superficie zapata corrida (m2)	T.adm CAPA A (Kg/cm2)	FS	Carga admisible CAPA A (kg)	Carga transmitida (kg)	Carga que deben absorber las columnas de jet (kg)	nº columnas	Kg/columna	Área sección columna (cm2)	Tensión de servicio de la columna de jet (t.real) (Kg/cm2)	T.adm CAPA B (Kg/cm2)	T.adm>T.real?
1	18,50	0,80	3	49.333,33	106.974,00	57.640,67	9,00	6.404,52	5.026,55	1,27	1,40	ok
2	11,75	0,80	3	31.333,33	37.724,40	6.391,07	1,00	6.391,07	5.026,55	1,27	1,40	ok
3	22,00	0,80	3	58.666,67	30.465,00	-	1,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
4	18,75	0,80	3	50.000,00	64.317,60	14.317,60	3,00	4.772,53	5.026,55	0,95	1,40	ok
5	15,50	0,80	3	41.333,33	95.074,20	53.740,87	8,00	6.717,61	5.026,55	1,34	1,40	ok
6	19,25	0,80	3	51.333,33	53.731,44	2.398,11	1,00	2.398,11	5.026,55	0,48	1,40	ok
7,1	6,50	0,80	3	17.333,33	13.327,92	-	1,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
7,2	14,00	0,80	3	37.333,33	37.150,20	-	1,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
7,3	6,75	0,80	3	18.000,00	15.948,00	-	1,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
8	16,75	0,80	3	44.666,67	47.750,40	3.083,73	1,00	3.083,73	5.026,55	0,61	1,40	ok
9	15,50	0,80	3	41.333,33	92.874,60	51.541,27	8,00	6.442,66	5.026,55	1,28	1,40	ok
10	33,75	0,80	3	90.000,00	87.669,00	-	2,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
P-15	8,75	0,80	3	23.333,33	37.553,94	14.220,61	3,00	4.740,20	5.026,55	0,94	1,40	ok
P-19	8,75	0,80	3	23.333,33	36.589,50	13.256,17	2,00	6.628,08	5.026,55	1,32	1,40	ok
A-20	9,75	0,80	3	26.000,00	6.148,80	-	1,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
A-21	17,75	0,80	3	47.333,33	14.421,60	-	1,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
A-22	9,75	0,80	3	26.000,00	6.148,80	-	1,00	-	5.026,55	-	1,40	ok
							45,00					

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS DE JET GROUTING PARA LOS PILARES CENTRALES (ZAPATAS AISLADAS)

1. Comprobación resistencia a compresión simple:

TRAMO	Kg pilares	Kg cubierta	Kg totales	nº de columnas por zapata aislada	Carga transmitida por columna (kg/columna)	¿Cuánto aguanta una columna (kg)?	¿Resisten las columnas de jet?
P-11	10.656	11.101	21.757	3	7.252,20	67.020,64	sí
P-12	5.904	14.933	20.837	3	6.945,60	67.020,64	sí
P-13	10.584	20.943	31.527	3	10.509,00	67.020,64	sí
P-14	9.936	17.528	27.464	3	9.154,80	67.020,64	sí
P-16	5.904	13.084	18.988	3	6.329,40	67.020,64	sí
P-17	10.584	18.841	29.425	3	9.808,20	67.020,64	sí
P-18	9.936	15.732	25.668	3	8.556,00	67.020,64	sí

2. Comprobación tensión admisible > tensión real:

TRAMO	Kg pilares	Kg cubierta	Kg totales	nº de columnas por zapata aislada	Carga transmitida por columna (kg/columna)	Diámetro columna Jet Grouting (cm)	Área sección columna (cm ²)	Tensión de servicio real de columnas de Jet Grouting (kg/cm ²)	Tensión admisible CAPA B (kg/cm ²)	¿Soporta la CAPA B las columnas de jet?
P-11	10.656,00	11.100,60	21.756,60	3	7.252,20	80,00	5.026,55	1,44	1,90	SÍ
P-12	5.904,00	14.932,80	20.836,80	3	6.945,60	80,00	5.026,55	1,38	1,90	SÍ
P-13	10.584,00	20.943,00	31.527,00	4	7.881,75	80,00	5.026,55	1,57	1,90	SÍ
P-14	9.936,00	17.528,40	27.464,40	3	9.154,80	80,00	5.026,55	1,82	1,90	SÍ
P-16	5.904,00	13.084,20	18.988,20	3	6.329,40	80,00	5.026,55	1,26	1,90	SÍ
P-17	10.584,00	18.840,60	29.424,60	4	7.356,15	80,00	5.026,55	1,46	1,90	SÍ
P-18	9.936,00	15.732,00	25.668,00	3	8.556,00	80,00	5.026,55	1,70	1,90	SÍ

ANEXO 7

Presupuesto

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

CÓDIGO RESUMEN UDS LONGITUD ANCHURA ALTURA CANTIDAD

E02 TRABAJOS PREVIOS

OC.ALB.01 M2 Retirada de mobiliario y enseres (exterior)

Act0010	TRAMO1	1	7,40	2,00	1,00	14,80
Act0010	TRAMO2	1	4,70	2,00	1,00	9,40
Act0010	TRAMO3	1	8,80	2,00	1,00	17,60
Act0010	TRAMO4	1	7,50	2,00	1,00	15,00
Act0010	TRAMO5	1	6,20	2,00	1,00	12,40
Act0010	TRAMO6	1	7,70	2,00	1,00	15,40
Act0010	TRAMO7.1	1	2,60	2,00	1,00	5,20
Act0010	TRAMO7.2	1	5,60	2,00	1,00	11,20
Act0010	TRAMO 7.3	1	2,70	2,00	1,00	5,40
Act0010	TRAMO8	1	6,70	2,00	1,00	13,40
Act0010	TRAMO9	1	6,20	2,00	1,00	12,40
Act0010	TRAMO10	1	13,50	2,00	1,00	27,00
Act0010	A-20					
Act0010	A-21					
Act0010	A-22					
Act0010	P-11					
Act0010	P-12					
Act0010	P-13					
Act0010	P-14					
Act0010	P-15					
Act0010	P-16					
Act0010	P-17					
Act0010	P-18					
Act0010	P-19					

159,20

OC.ALB.02 M2 Retirada de mobiliario y enseres (interior)

Act0010	TRAMO1	1	7,40	1,50	1,00	11,10
Act0010	TRAMO2	1	4,70	1,50	1,00	7,05
Act0010	TRAMO3	1	8,80	1,50	1,00	13,20
Act0010	TRAMO4	1	7,50	1,50	1,00	11,25
Act0010	TRAMO5	1	6,20	1,50	1,00	9,30
Act0010	TRAMO6	1	7,70	1,50	1,00	11,55
Act0010	TRAMO7.1	1	2,60	1,50	1,00	3,90
Act0010	TRAMO7.2	1	5,60	1,50	1,00	8,40
Act0010	TRAMO 7.3	1	2,70	1,50	1,00	4,05
Act0010	TRAMO8	1	6,70	1,50	1,00	10,05
Act0010	TRAMO9	1	6,20	1,50	1,00	9,30
Act0010	TRAMO10	1	13,50	1,50	1,00	20,25
Act0010	A-20	1	2,50	1,00	1,00	2,50
Act0010	A-21	1	5,70	1,00	1,00	5,70
Act0010	A-22	1	2,50	1,00	1,00	2,50
Act0010	P-11		18,00	1,00	1,00	18,00
Act0010	P-12	1	19,00	1,00	1,00	19,00
Act0010	P-13	1	19,00	1,00	1,00	19,00
Act0010	P-14	1	19,00	1,00	1,00	19,00
Act0010	P-15	1	20,00	1,00	1,00	20,00
Act0010	P-16	1	19,00	1,00	1,00	19,00
Act0010	P-17	1	19,00	1,00	1,00	19,00
Act0010	P-18	1	19,00	1,00	1,00	19,00
Act0010	P-19	1	20,00	1,00	1,00	20,00

302,10

HELA.3a Ud Acometida provisional fontanería 25 mm

Act0010	CARA NORTE	1				1,00
Act0010	CARA SUR	1				1,00
Act0010	CARA ESTE	1				1,00
Act0010	CARA OESTE	1				1,00

4,00

HELA.1a M Acometida electr. caseta 4x4 mm2

Act0010	CARA NORTE	1				1,00
Act0010	CARA SUR	1				1,00
Act0010	CARA ESTE	1				1,00
Act0010	CARA OESTE	1				1,00

4,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	----------

EPVV.5a M Vallado perimetral de obra

Act0010	EXTERIOR	1	90,00			90,00
Act0010	CARA OESTE INTERIOR	1	18,00			18,00
Act0010	CARA ESTE INTERIOR	1	18,00			18,00
Act0010	CARA NORTE INTERIOR	1	6,00			6,00
Act0010	CARA SUR INTERIOR	1	6,00			6,00

138,00

UMEE13aa M2 Apunt.entib.protec.20% madera

Act0010	ZONA INTERIOR IGLESIA	1	22,00	15,00		330,00
---------	-----------------------	---	-------	-------	--	--------

330,00

E03 REFUERZO DEL TERRENO

001 PA Desmovilización y movilización de equipo de Jet Grouting

1,00

ECEP.9c M Perf. columna lodo d=800 mm

Act0010	TRAMO1					
Act0010	TRAMO2	2	13,00			26,00
Act0010	TRAMO3	1	13,00			13,00
Act0010	TRAMO4	4	13,00			52,00
Act0010	TRAMO5	7	13,00			91,00
Act0010	TRAMO6	3	13,00			39,00
Act0010	TRAMO7.1	1	13,00			13,00
Act0010	TRAMO7.2	3	13,00			39,00
Act0010	TRAMO 7.3	1	13,00			13,00
Act0010	TRAMO8	3	13,00			39,00
Act0010	TRAMO9	7	13,00			91,00
Act0010	TRAMO10	3	13,00			39,00
Act0010	A-20	2	13,00			26,00
Act0010	A-21	2	13,00			26,00
Act0010	A-22	2	13,00			26,00
Act0010	P-11	3	13,00			39,00
Act0010	P-12	3	13,00			39,00
Act0010	P-13	4	13,00			52,00
Act0010	P-14	3	13,00			39,00
Act0010	P-15	2	13,00			26,00
Act0010	P-16	3	13,00			39,00
Act0010	P-17	4	13,00			52,00
Act0010	P-18	3	13,00			39,00
Act0010	P-19	2	13,00			26,00

884,00

ECEP11b M Columna Jet Grouting d=800 mm

Act0010	TRAMO1					
Act0010	TRAMO2	2	11,00			22,00
Act0010	TRAMO3	1	11,00			11,00
Act0010	TRAMO4	4	11,00			44,00
Act0010	TRAMO5	7	11,00			77,00
Act0010	TRAMO6	3	11,00			33,00
Act0010	TRAMO7.1	1	11,00			11,00
Act0010	TRAMO7.2	3	11,00			33,00
Act0010	TRAMO 7.3	1	11,00			11,00
Act0010	TRAMO8	3	11,00			33,00
Act0010	TRAMO9	7	11,00			77,00
Act0010	TRAMO10	3	11,00			33,00
Act0010	A-20	2	11,00			22,00
Act0010	A-21	2	11,00			22,00
Act0010	A-22	2	11,00			22,00
Act0010	P-11	3	11,00			33,00
Act0010	P-12	3	11,00			33,00
Act0010	P-13	4	11,00			44,00
Act0010	P-14	3	11,00			33,00
Act0010	P-15	2	11,00			22,00
Act0010	P-16	3	11,00			33,00
Act0010	P-17	4	11,00			44,00
Act0010	P-18	3	11,00			33,00
Act0010	P-19	2	11,00			22,00

748,00

02.04 T Suministro de cemento a granel

Act0010	TRAMO1					
Act0010	TRAMO2	2	11,00	0,50	1,22	13,42
Act0010	TRAMO3	1	11,00	0,50	1,22	6,71

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD
Act0010	TRAMO4	4	11,00	0,50	1,22	26,84
Act0010	TRAMO5	7	11,00	0,50	1,22	46,97
Act0010	TRAMO6	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	TRAMO7.1	1	11,00	0,50	1,22	6,71
Act0010	TRAMO7.2	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	TRAMO 7.3	1	11,00	0,50	1,22	6,71
Act0010	TRAMO8	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	TRAMO9	7	11,00	0,50	1,22	46,97
Act0010	TRAMO10	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	A-20	2	11,00	0,50	1,22	13,42
Act0010	A-21	2	11,00	0,50	1,22	13,42
Act0010	A-22	2	11,00	0,50	1,22	13,42
Act0010	P-11	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	P-12	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	P-13	4	11,00	0,50	1,22	26,84
Act0010	P-14	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	P-15	2	11,00	0,50	1,22	13,42
Act0010	P-16	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	P-17	4	11,00	0,50	1,22	26,84
Act0010	P-18	3	11,00	0,50	1,22	20,13
Act0010	P-19	2	11,00	0,50	1,22	13,42
Act0010						
						456,28
E01	REPARACIÓN ORNAMENTAL					
EPDR17aaa	M2 Picado enfoscado <ó= 3 m. manual					
Act0010	TECHO	0,2	22,00	15,00	1,00	66,00
Act0010	PAREDES	0,2	78,00	8,00	1,00	124,80
						190,80
ERPE.1aabd	M2 Enf cto 1:3 maes frat vert.int					
Act0010	TECHO	0,2	22,00	15,00	1,00	66,00
Act0010	PAREDES	0,2	78,00	8,00	1,00	124,80
						190,80
ERPP.3aa	M2 Revest pintura temple lis p/vert					
Act0010	TECHO	1	22,00	15,00	1,00	330,00
Act0010	PAREDES	1	78,00	8,00	1,00	624,00
Act0010						
						954,00
05.01	CONTROL DE CALIDAD					
05.01.01	UD Toma muestr fresc UNE-EN 12390-1-3:2001					
						8,00
05.01.02	UD Extr testig ø150x350mm UNE-EN 12504-1;12390-3					
						8,00
P01	UD Estudio de dosificación de suelo-cemento, según PG 3 del MOPU, sin incluir ensayos de identificación de materiales.					
						4,00
P02	GESTIÓN DE RESIDUOS					
RADD10a	Ud Contenedor p/evacuac transp escombros					
						1,00
01	SEGURIDAD Y SALUD					
HELS.1a	PA Medidas colectiva e individuales de seguridad e higiene					
						1,00

CUADRO DE PRECIOS 1

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0001	001	PA	Desplazamiento, montaje y desmontaje en obra y retirada del equipo de perforación para inyecciones profundas		26.500,00
0002	02.04	T	Cemento a granel	VEINTISEIS MIL QUINIENTOS EUROS	73,54
				SETENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
0003	ECEP.9c	M	Perforación de columna de 800 mm fabricado "in situ" , en terreno normal, incluso parte proporcional de transporte de equipo, por el método de rotación en seco, con empleo de lodos tixotrópicos, hasta una profundidad máxima de 25 m. Carga y transporte de tierras a vertedero no incluido. Según EHE-08 y CTE-SE-C.		26,55
				VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
0004	ECEP11b	M	Formación de columna de Jet Grouting "in situ" de diámetro 800 mm, en terreno según estudio geotécnico, de lechada de cemento (agua + cemento), sin incluir cemento, consistencia fluida y, por el método de Jet Grouputing, hasta una profundidad máxima de 25 m. Sin incluir carga y transporte de tierras a vertedero. Según EHE-08 y CTE-SE-C.		89,85
				OCHENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
0005	EPDR17aaa	M2	Picado de enfoscado de cemento en paramentos verticales de fachada para una altura menor o igual de 3 m., realizado por medios manuales, retirada de escombros resultantes a punto de carga, (no incluye carga ni transporte a vertedero). Incluso parte proporcional de herramientas, elementos auxiliares y andamios necesarios para la realización de los trabajos.		12,23
				DOCE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
0006	EPVV.5a	M	Vallado perimetral de obra con enrejado de simple torsión. Incluso parte proporcional de piezas de sujeción, herramientas y medios auxiliares para su ejecución.		9,88
				NUEVE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
0007	ERPE.1aabd	M2	Enfoscado maestreado fratasado, con mortero M-1:3 de cemento EN 197-1 CEM II/A-P 32,5 R y arena de río de dosificación 1:3 en paramento vertical interior. Medido deduciendo huecos.		11,68
				ONCE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
0008	ERPP.3aa	M2	Revestimiento con pintura al temple liso, en paramentos verticales previo lijado, plastecido, mano de fondo y mano de acabado.		5,25

CUADRO DE PRECIOS 1

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
0009	HELA.1a	M	Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4x4 mm ² . de tensión nominal 750 V., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2,50 m. instalada.	CINCO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	4,70
0010	HELA.3a	Ud	Acometida provisional de fontanería para obra de la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 25 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.	CUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	84,22
0011	OC.ALB.01	M2	M2 Retirada de mobiliario y enseres necesarios para la realización de cada actuación estructural, consistente en la demolición provisional necesaria de mobiliario, , barandillas, carpinterías etc y demás elementos del estado actual, no estructurales, del entorno o afectados por la propia actuación y posterior reconstrucción de los elementos demolidos ó retirados, si la nueva arquitectura lo exige, inclusive traslado, carga y transporte de residuos a vertedero y suministro de materiales y reconstrucción de dichos elementos, adaptados a la nueva modificación estructural y de acuerdo a la arquitectura definitiva, quedando excluidos de dicha reconstrucción tanto los elementos de obra bruta de paredes, los acabados y elementos no estructurales que queden modificados dentro de la nueva arquitectura, y que por tanto estén contabilizados en otras partidas. Incluye posterior reconstrucción, enlace y traba cuidadosa con la paredes existentes, vallado, ocultación al público de la zona de actuación, elevación, andamiaje, minimización de la generación de polvo y ruidos, retirada de vallado de la obra, y limpieza final. La definición y valoración particular para cada actuación de todas estas operaciones se harán en coordinación con exigencias de la Propiedad, en cuanto al su alcance, a la coordinación general de obra, elementos y	OCHENTA Y CUATRO EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS	13,25

CUADRO DE PRECIOS 1

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

Nº	CÓDIGO	UD.	RESUMEN	PRECIO EN LETRA	IMPORTE
horarios de trabajos, nivel de ruidos y polvo, etc					
				TRECE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
0012	OC.ALB.02	M2	M2 Retirada de mobiliario y enseres necesarios para la realización de cada actuación estructural, consistente en la demolición provisional necesaria de mobiliario, , barandillas, carpinterías etc y demás elementos del estado actual, no estructurales, del entorno o afectados por la propia actuación y posterior reconstrucción de los elementos demolidos ó retirados, si la nueva arquitectura lo exige, inclusive traslado, carga y transporte de residuos a vertedero y suministro de materiales y reconstrucción de dichos elementos, adaptados a la nueva modificación estructural y de acuerdo a la arquitectura definitiva, quedando excluidos de dicha reconstrucción tanto los elementos de obra bruta de paredes, los acabados y elementos no estructurales que queden modificados dentro de la nueva arquitectura, y que por tanto estén contabilizados en otras partidas. Incluye posterior reconstrucción, enlace y traba cuidadosa con la paredes existentes, vallado, ocultación al público de la zona de actuación, elevación, andamiaje, minimización de la generación de polvo y ruidos, retirada de vallado de la obra, y limpieza final. La definición y valoración particular para cada actuación de todas estas operaciones se harán en coordinación con exigencias de la Propiedad, en cuanto al su alcance, a la coordinación general de obra, elementos y horarios de trabajos, nivel de ruidos y polvo, etc		14,31
				CATORCE EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS	
0013	RADD10a	Ud	Contenedor para evacuación de escombros con una capacidad de 5 m3, por un periodo de tres días, incluso la colocación y posterior retirada y transporte a vertedero.		5.068,13
				CINCO MIL SESENTA Y OCHO EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
0014	UMEE13aa	M2	Apuntalamiento y entibación a cielo abierto de 3m. de altura como máximo, para una protección de 20%, con madera.		6,53
				SEIS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	

PRESUPUESTO

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

CÓDIGO

RESUMEN

CANTIDAD

PRECIO

IMPORTE

E02 TRABAJOS PREVIOS

OC.ALB.01	<p>M2 Retirada de mobiliario y enseres (exterior)</p> <p>M2 Retirada de mobiliario y enseres necesarios para la realización de cada actuación estructural, consistente en la demolición provisional necesaria de mobiliario, , barandillas, carpinterías etc y demás elementos del estado actual, no estructurales, del entorno o afectados por la propia actuación y posterior reconstrucción de los elementos demolidos ó retirados, si la nueva arquitectura lo exige, inclusive traslado, carga y transporte de residuos a vertedero y suministro de materiales y reconstrucción de dichos elementos, adaptados a la nueva modificación estructural y de acuerdo a la arquitectura definitiva, quedando excluidos de dicha reconstrucción tanto los elementos de obra bruta de paredes, los acabados y elementos no estructurales que queden modificados dentro de la nueva arquitectura, y que por tanto estén contabilizados en otras partidas.</p> <p>Incluye posterior reconstrucción, enlace y traba cuidadosa con la paredes existentes, vallado, ocultación al público de la zona de actuación, elevación, andamiaje, minimización de la generación de polvo y ruidos, retirada de vallado de la obra, y limpieza final.</p> <p>La definición y valoración particular para cada actuación de todas estas operaciones se harán en coordinación con exigencias de la Propiedad, en cuanto al su alcance, a la coordinación general de obra, elementos y horarios de trabajos, nivel de ruidos y polvo, etc</p>	159,20	13,25	2.109,40
OC.ALB.02	<p>M2 Retirada de mobiliario y enseres (interior)</p> <p>M2 Retirada de mobiliario y enseres necesarios para la realización de cada actuación estructural, consistente en la demolición provisional necesaria de mobiliario, , barandillas, carpinterías etc y demás elementos del estado actual, no estructurales, del entorno o afectados por la propia actuación y posterior reconstrucción de los elementos demolidos ó retirados, si la nueva arquitectura lo exige, inclusive traslado, carga y transporte de residuos a vertedero y suministro de materiales y reconstrucción de dichos elementos, adaptados a la nueva modificación estructural y de acuerdo a la arquitectura definitiva, quedando excluidos de dicha reconstrucción tanto los elementos de obra bruta de paredes, los acabados y elementos no estructurales que queden modificados dentro de la nueva arquitectura, y que por tanto estén contabilizados en otras partidas.</p> <p>Incluye posterior reconstrucción, enlace y traba cuidadosa con la paredes existentes, vallado, ocultación al público de la zona de actuación, elevación, andamiaje, minimización de la generación de polvo y ruidos, retirada de vallado de la obra, y limpieza final.</p> <p>La definición y valoración particular para cada actuación de todas estas operaciones se harán en coordinación con exigencias de la Propiedad, en cuanto al su alcance, a la coordinación general de obra, elementos y horarios de trabajos, nivel de ruidos y polvo, etc</p>	302,10	14,31	4.323,05
HELA.3a	<p>Ud Acometida provisional fontanería 25 mm</p> <p>Acometida provisional de fontanería para obra de la red general</p>	4,00	84,22	336,88

PRESUPUESTO

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 25 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.			
HELA.1a	M Acometida electr. caseta 4x4 mm2 Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, desde el cuadro general formada por manguera flexible de 4x4 mm2. de tensión nominal 750 V., incorporando conductor de tierra color verde y amarillo, fijada sobre apoyos intermedios cada 2,50 m. instalada.	4,00	4,70	18,80
EPVV.5a	M Vallado perimetral de obra Vallado perimetral de obra con enrejado de simple torsión. Incluso parte proporcional de piezas de sujeción, herramientas y medios auxiliares para su ejecución.	138,00	9,88	1.363,44
UMEE13aa	M2 Apunt.entib.protec.20% madera Apuntalamiento y entibación a cielo abierto de 3m. de altura como máximo, para una protección de 20%, con madera.	330,00	6,53	2.154,90
TOTAL E02.....				10.306,47
E03	REFUERZO DEL TERRENO			
001	PA Desmovilización y movilización de equipo de Jet Grouting Desplazamiento, montaje y desmontaje en obra y retirada del equipo de perforación para inyecciones profundas	1,00	26.500,00	26.500,00
ECEP.9c	M Pilote extrac lodo d=800 mm Perforación de columna de 800 mm fabricado "in situ" , en terreno normal, incluso parte proporcional de transporte de equipo, por el método de rotación en seco, con empleo de lodos tixotrópicos, hasta una profundidad máxima de 25 m. Carga y transporte de tierras a vertedero no incluido. Según EHE-08 y CTE-SE-C.	884,00	26,55	23.470,20
ECEP11b	M Pilote extrac rotac d=800 mm Formación de columna de Jet Grouting "in situ" de diámetro 800 mm, en terreno según estudio geotécnico, de lechada de cemento (agua + cemento), sin incluir cemento, consistencia fluida y, por el método de Jet Grouputing, hasta una profundidad máxima de 25 m. Sin incluir carga y transporte de tierras a vertedero. Según EHE-08 y CTE-SE-C.	748,00	89,85	67.207,80
02.04	T Suministro de cemento a granel	456,28	73,54	33.554,83
TOTAL E03.....				150.732,83
E01	REPARACIÓN ORNAMENTAL			
EPDR17aaa	M2 Picado enfoscado <ó= 3 m. manual Picado de enfoscado de cemento en paramentos verticales de fachada para una altura menor o igual de 3 m., realizado por medios manuales, retirada de escombros resultantes a punto de carga, (no incluye carga ni transporte a vertedero). Incluso parte proporcional de herramientas, elementos auxiliares y andamios necesarios para la realización de los trabajos.	190,80	12,23	2.333,48

PRESUPUESTO

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ERPE.1aabd	M2 Enf cto 1:3 maes frat vert.int Enfoscado maestreado fratasado, con mortero M-1:3 de cemento EN 197-1 CEM II/A-P 32,5 R y arena de río de dosificación 1:3 en paramento vertical interior. Medido deduciendo huecos.	190,80	11,68	2.228,54
ERPP.3aa	M2 Revest pintura temple lis p/vert Revestimiento con pintura al temple liso, en paramentos verticales previo lijado, plastecido, mano de fondo y mano de acabado.	954,00	5,25	5.008,50
TOTAL E01.....				9.570,52
05.01 CONTROL DE CALIDAD				
05.01.01	UD Toma muestr fresc UNE-EN 12390-1-3:2001	8,00	14,33	114,64
05.01.02	UD Extr testig ø150x350mm UNE-EN 12504-1;12390-3	8,00	256,90	2.055,20
P01	UD Estudio de dosificación de suelo-cemento, según PG 3 del MOPU, sin incluir ensayos de identificación de materiales.	4,00	684,06	2.736,24
TOTAL 05.01				4.906,08
P02 GESTIÓN DE RESIDUOS				
RADD10a	Ud Contenedor p/evacuac transp escombros Contenedor para evacuación de escombros con una capacidad de 5 m3, por un periodo de tres días, incluso la colocación y posterior retirada y transporte a vertedero.	1,00	5.068,13	5.068,13
TOTAL P02.....				5.068,13
01 SEGURIDAD Y SALUD				
HELS.1a	PA Medidas colectiva e individuales de seguridad e higiene Montaje e instalación de conjunto de ducha y barra.	1,00	5.243,82	5.243,82
TOTAL 01				5.243,82
TOTAL.....				185.827,85

RESUMEN DE PRESUPUESTO

IGLESIA DE SANT JOAN BAPTISTA
CAPÍTULO RESUMEN

		IMPORTE	%
E02	TRABAJOS PREVIOS.....	10.306,47	5,55
E03	REFUERZO DEL TERRENO.....	150.732,83	81,11
E01	REPARACIÓN ORNAMENTAL.....	9.570,52	5,15
05.01	CONTROL DE CALIDAD	4.906,08	2,64
P02	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	5.068,13	2,73
01	SEGURIDAD Y SALUD	5.243,82	2,82

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 185.827,85

13,00 % Gastos generales 24.157,62
6,00 % Beneficio industrial 11.149,67

Suma..... 35.307,29

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA 221.135,14

21% IVA 46.438,38

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN 267.573,52

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de DOSCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS
SETENTA Y TRES EUROS con CNCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
SANT JOAN DESPÍ.